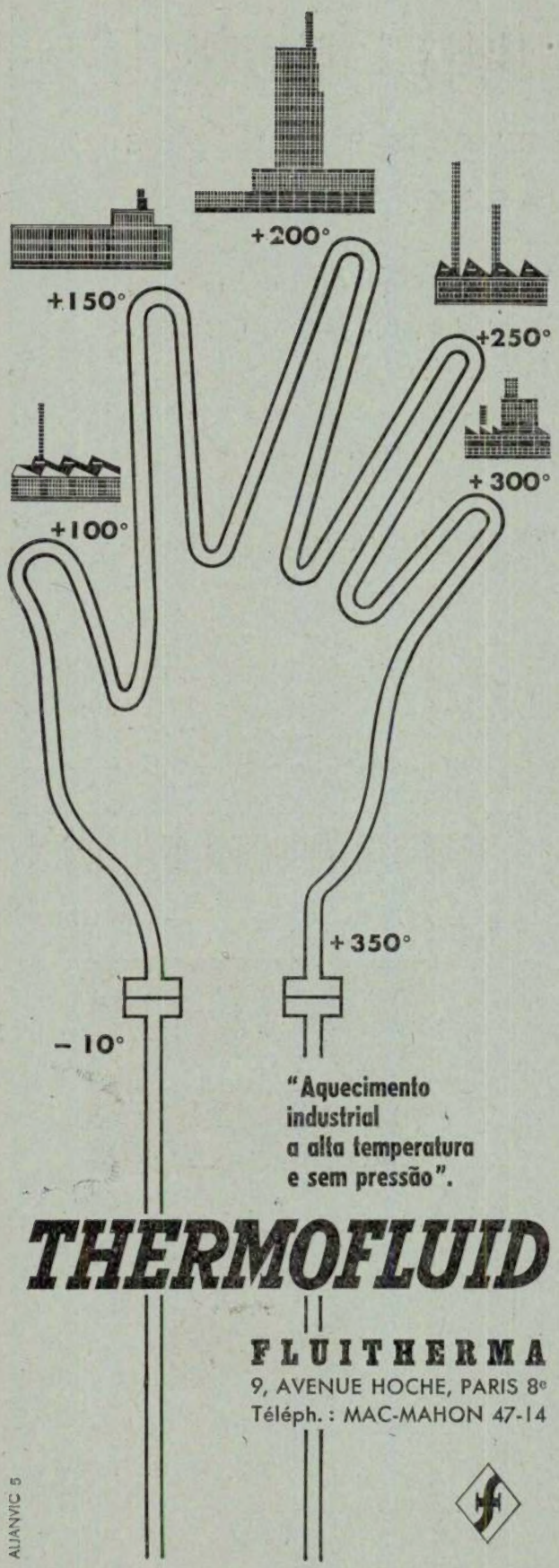



"Aquecimento industrial a alta temperatura e sem pressão".

# THERMOFLUID

**FLUITHERMA**

9, AVENUE HOCHE, PARIS 8e

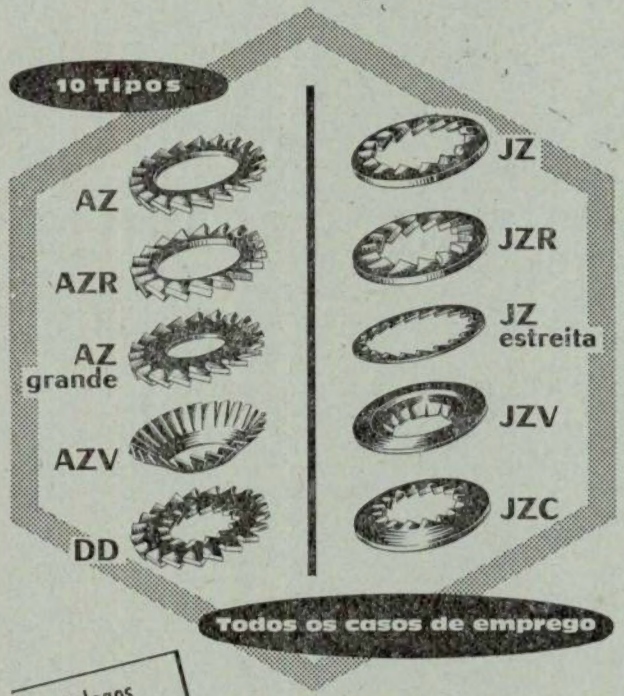
Téléph. : MAC-MAHON 47-14

ALJANVIC 5

**FABRICO**

- AÇO
- AÇO CADMIADO
- AÇO CADMIADO BICROMATADO
- BRONZE FOSFOROSO
- BRONZE BERYLLIUM

Para porcas | metricas : 2 a 33 mm / polegadas : 1/16 a 1" 3/8




Catalogos e Amostras Gratuitas

- *Qualidade e segurança de apêrto*
- *Bons contactos eléctricos*
- *Aproveitamento de tempo na montagem*

*Representante :*

**GOMES DE CASTRO & IRMÃO, LDA.**

| Sede : | Filial : |
|---|---|
| Rua Guedes de Azevedo, 229 | Rua dos Remolares, 12-4° • Sala A |
| Telefs. 20.658/25.544/36.120 | Telefone 366.583 |
| **PORTO** | **LISBOA** |

PUB. G. BAUDEL - PARIS

# Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

Associada: Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, LDA.

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES de cimento e outros produtos — INFRAESTRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

**Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português**

Sede — LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C. P. 2178 — Tel. 4226

LISBOA
P. da Figueira, 18, 3.º Esq.

L. MARQUES — C. P. 982
BEIRA — C. P. 1002

# "IMPERMEÁBILIS"

O IMPERMEABILIZANTE OFICIALMENTE ACONSELHADO EM TODAS AS ARGAMASSAS DE CIMENTO

Prédios, empenas, caves. — Depósitos para água, vinhos e aguardentes. — Facultam-se certificados de ensaio dos Laboratório Nacional de Engenharia Civil e da Junta Nacional do Vinho

**Distribuidor geral para todo o Império Português:**

**ANSELMO DE MATOS**
Av. Almirante Reis, 179, r/c. - Tel. 46439 - LISBOA - 1

**Revendedores em Lisboa:**

**João Pereira Vareiro & Filhos, Lda.**
Rua Augusto José Vieira, 12 - Tel. 847480

**Manuel Pereira Matias, Lda.**
Rua de Pedrouços, 105-A - Tel. 611153

**Manufacturas de Cimento Fortex, Lda.**
Estrada de Benfica, 727 - Tel. 702175

**Sequeira & Santos, Lda.**
R. José Joaquim Marques, 113 - Tel. 026105 - MONTIJO

# Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kg/cm²

**AÇO-BI**

Tensão de segurança 4.000 Kg/cm²

**AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO**

que pela eficiência técnica e económica a que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

**Para qualquer obra em betão armado consulte:**

**DIAL — GABINETE TÉCNICO**

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º DT.º — LISBOA
TELEFONES 67 12 24/5 E 67 37 85

duzir a resultados inteiramente satisfatórios. Também pode ser seguido em relação às ciências aplicadas, em especial enquanto as universidades não dispuserem de fortes núcleos de investigação, devendo então os estágios decorrer sobretudo em instituições de investigação aplicada.

Em relação ao ensino de aplicações assim como, aliás, de outras matérias, compreende-se que em certos casos, sobretudo quando não seja possível atrair pessoas habilitadas para os quadros docentes, se recorra a especialistas estranhos, a remunerar conforme a sua categoria e a duração da colaboração prestada. Tal permite garantir uma constante actualização do ensino das aplicações, hoje difícil de assegurar através de quadros docentes permanentes, dada a profundidade e diversificação das especializações. Seria fácil às escolas conseguirem, mesmo gratuitamente, a colaboração de entidades que dispensariam os seus especialistas para participarem no ensino.

Uma questão fundamental em relação ao recrutamento do corpo docente é a obrigação das escolas planearem, com a devida antecedência, a satisfação das suas necessidades, de modo a evitar-se a situação, tão frequente, de no momento em que é preciso preencher um lugar não existir no País ninguém com as qualidades e a preparação requeridas. É inaceitável que tão importante problema fique sujeito ao acaso, tanto mais que nas nossas estáticas universidades as necessidades a satisfazer podem muitas vezes ser previstas com décadas de antecedência.

Acerca do recrutamento do professorado desejamos, para terminar, frisar — sem pretender diminuir a importância da preparação especializada — que são os dotes pessoais, intelectuais, pedagógicos e morais que fazem o grande professor.

Instituído o sistema de tempo integral põe-se o problema da actualização dos conhecimentos do corpo docente, uma vez que hoje essa actualização resulta em grande parte do exercício de actividades extra-escolares, isto é, processa-se de fora para dentro da escola. Claro que o problema só se levanta no respeitante à aquisição de conhecimentos que exija o contacto com a prática, pois que, quanto aos conhecimentos adquiríveis mediante a leitura ou investigação, a situação melhorará radicalmente. Pensamos que essa actualização se pode fazer mediante: os múltiplos contactos das escolas com o exterior, que têm sido referidos neste trabalho, o estabelecimento de um intenso intercâmbio entre os membros do corpo docente, a actividade de investigação, a participação em comissões e outros órgãos técnicos, a realização de estágios, com a duração conveniente, e mesmo de projectos, os quais deveriam dizer respeito a realizações com interesse nacional, etc. Não é certamente tarefa fácil pôr de pé todas estas actividades, sobretudo criar a mentalidade inerente, mas, por outro lado, deve notar-se que o estabelecimento do regime de tempo integral mudaria completamente as actuais condições.

Uma questão delicada que se põe no ensino, assim como no funcionalismo em geral, é a da atribuição de carácter vitalício ao exercício de funções docentes. A fim de evitar os conhecidos inconvenientes das nomeações vitalícias — afrouxamento do desejo de servir e impossibilidade de eliminação dos elementos que se revelam incapazes — há quem defenda, e ainda recentemente ([6]), o sistema das nomeações por dados períodos, dependendo a recondução no termo de cada período da satisfação de certas condições. Não consideramos que seja esta a solução a adoptar, pois que o esforço, a isenção e a especialização a exigir ao corpo docente devem ter como contrapartida a segurança pessoal resultante do carácter vitalício das funções. Os inconvenientes referidos serão minorados à medida que melhorar o funcionamento da máquina universitária, sendo contudo aconselhável alongar o período de serviço requerido para a nomeação vitalícia, por exemplo para 6 anos, conforme é exigido nalguns serviços públicos. De qualquer modo, impõe-se a criação, para todo o funcionalismo, de um sistema que permita a imposição da demissão por incompetência profissional, a qual assume particular gravidade no ensino — de que todos temos experiências pessoais — pois compromete a preparação e desmoraliza gerações sucessivas de jovens.

## 10. RECRUTAMENTO DE ALUNOS

Como já foi referido neste trabalho, não pode deixar-se ao sabor do acaso a satisfação das necessidades nacionais de técnicos. À semelhança do que acontece na maior parte dos países, as uni-

versidades têm-se limitado a preparar aqueles que lhe batem à porta e que, tantas vezes, escolhem uma especialidade guiados sòmente por vagas informações sobre as condições de momento do mercado das ocupações. Daqui resulta o desacerto crónico entre a oferta e a procura, não só por total desconhecimento das necessidades que se verificarão quando terminarem os cursos mas também por nem sequer se dispor de informações sobre o volume das admissões de estudantes que satisfaria as necessidades do momento.

Urge pois que sejam estabelecidas previsões das necessidades de mão-de-obra científica e promulgadas as disposições que permitam satisfazê-las. É este um dos maiores serviços que o País aguarda das universidades.

A previsão de necesssidades é, sem dúvida, uma tarefa difícil, em especial em virtude da antecedência com que tem de ser realizada, no entanto, à escala da duração dos planos de fomento nacionais.

Há que estabelecer planos a longo prazo que tenham em consideração a evolução dos diversos ramos de actividade do País, o acréscimo da tecnicidade, o acréscimo da produtividade, o aparecimento de novas actividades, a redução dos quadros em virtude do abandono de actividades profissionais ou de morte, e ainda outros factores. Trata-se de uma matéria sobre a qual já hoje existe muita documentação ([13]), resultante dos esforços que têm sido feitos em numerosos países, mesmo de economia liberal, para garantirem a satisfação das suas necessidades de técnicos. Claro está que não se podem ambicionar previsões com elevada precisão, mas certamente que é fácil melhorar substancialmente a actual situação que é de total ignorância, mesmo acerca das condições de momento.

Para levar a cabo a previsão das necessidades é preciso, dispor, além dos elementos estatísticos de base sobre a demografia, a economia e o trabalho, de estudos diversos, como o do número de técnicos exigidos por uma dada realização, eventualmente com discriminação pelas fases de projecto, execução e exploração, o do impacto do aperfeiçoamento tecnológico nos quadros técnicos, etc. Um tema que também devia ser objecto de estudo é o da repercussão da dimensão e da qualidade dos corpos técnicos no custo das realizações nos diversos domínios, em particular da dimensão a partir da qual não se colherão benefícios, dimensão essa que depende do grau de desenvolvimento tecnológico e da maturidade geral de um país.

Uma vez calculadas as necessidades de técnicos deverá ser promovido o recrutamento do número de alunos capaz de as satisfazer, tendo em consideração os índices de aproveitamento. Para isso, conviria dar a mais larga difusão aos resultados dos estudos de previsão e estimular o afluxo de candidatos aos cursos em que se verifiquem *déficits* mais prejudiciais à economia nacional, mediante a divulgação dos atractivos das respectivas actividades profissionais e do seu valor para o País. A fim de garantir os recrutamentos necessários será indispensável a instituição de um regime de bolsas cujos quantitativos deveriam variar de curso para curso, conforme o grau de necessidade reconhecido em cada momento. Tal regime contribuiria ainda para resolver o problema do acesso ao ensino superior das classes econòmicamente débeis.

Por outro lado, também se deve limitar a frequência de cada curso à capacidade do País para absorver os respectivos diplomados. Contra esta orientação poderá invocar-se a liberdade do indivíduo escolher a sua futura ocupação. Porém, aqueles poucos que tenham uma decidida vocação encontrarão sempre lugar e, quanto à grande massa, certamente que só se lhe prestará o melhor serviço orientando-a para as carreiras onde virão a encontrar uma actividade profissional em fase com as necessidades, em vez do desemprego ou de um subemprego.

## 11. CONCLUSÃO

Ao concluir o presente trabalho, o ponto fundamental que desejamos frisar é a impossibilidade de melhorar substancialmente e de maneira permanente o ensino da engenharia sem empreender uma reforma de fundo da estrutura das instituições universitárias, dos métodos de ensino, da estrutura dos cursos e do regime de prestação de serviço do corpo docente.

A plena efectivação de tal reforma — como a proposta, em linhas gerais, no decorrer deste trabalho — constitui tarefa para décadas, pois não só implica uma profunda mudança da presente mentalidade universitária, radicada ao longo de séculos, mas também exige numerosos e demorados estudos de variada natureza e, ainda, a aquisição de saber que só a experiência proporcionará.

A complexidade do problema e o facto da sua solução depender de parâmetros políticos, tornam muito difícil a formulação de um plano de acção destinado a pôr em prática uma reforma de fundo do ensino. No entanto, permitimo-nos estabelecer, a seguir, uma ordem de prioridade para a efectivação das principais medidas qne preconizamos.

Em primeiro lugar, consideramos que deviam ser tomadas, no mais breve prazo, as seguintes medidas:

— extensão ao corpo docente universitário do regime de prestação de serviço do funcionalismo público e promoção do estudo do regime de *full-time* (art. 9);

— redução da duração dos cursos e criação dos estudos pós-graduados (art. 7);

— criação de órgãos destinados à previsão das necessidades de mão-de-obra científica e promulgação das medidas conducentes à sua satisfação efectiva (art. 4 e 10);

— criação de cursos acelerados no Ultramar e, eventualmente, na Metrópole (art. 3 e 7);

— criação dos órgãos de estudo e execução de actividades de base e de natureza geral (art. 6);

— criação dos órgãos destinados à permanente actualização dos programas (art. 8);

— obrigatoriedade da publicação dos cursos pelo corpo docente (art. 8);

— obrigatoriedade de frequência de todas as aulas (art. 8);

Posteriormente seriam empreendidas as seguintes tarefas:

— renovação da estrutura universitária (art. 6);

— aperfeiçoamento dos métodos de ensino e estabelecimento de uma doutrina pedagógica (art. 8);

— instituição progressiva do sistema de apreciação permanente do aproveitamento dos alunos (art. 8);

— preparação de futuro pessoal docente com vista à plena satisfação das necessidades (art. 8);

— criação dos meios necessários para o desenvolvimento das actividades de investigação (art. 5):

— introdução do ensino de humanidades no ensino superior (art. 7);

— rejuvenescimento da mentalidade do País (art. 4);

— instituição progressiva de um sistema de ensino permanente (art. 7).

Dada a importância que atribuímos aos tópicos focados neste artigo, formulamos o voto de que eles sejam largamente debatidos nas sessões do Congresso.

Finalmente, apresentamos o voto de que seja constituída uma comissão permanente destinada

a dar andamento às conclusões do Congresso, a estudar as sugestões contidas nos trabalhos apresentados e a promover no futuro a organização de Congressos ou outras reuniões destinadas ao estudo do problema do ensino da engenharia.

## Agradecimentos

O autor deseja agradecer aos Engenheiros Mário Fernandes e Nelso Vasconcelos Montes a colaboração prestada na preparação dos elementos estatísticos apresentados e ao Instituto Nacional de Estatística, ao Instituto Superior Técnico e à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto o fornecimento desses elementos.

*Outubro de 1962*

# BIBLIOGRAFIA


1. José de Matos Torres, «Aspectos quantitativos do ensino em Portugal», Gabinete de Investigações Económicas do Instituto Superior de Ciências Económicas e Financeiras, Lisboa, 1961.
2. Gaston Berger, «Méthode et résultats», Prospective n.º 6, Novembro, 1960.
3. Alfredo Bensaúde, «Notas histórico-pedagógicas sobre o Instituto Superior Técnico», Imprensa Nacional, Lisboa, 1922.
4. Decreto-Lei n.º 44 530, de 21 de Agosto de 1962.
5. Decreto de 19 de Abril de 1911.
6. Eduardo Coelho, «Da problemática da Universidade, o seu sentido ecuménico e nacional», Lisboa, 1962.
7. Decreto de 23 de Maio de 1911, e Decreto de 14 de Julho de 1911.
8. Decreto n.º 5 029, de 5 de Dezembro de 1918, Decreto n.º 7 727, de 6 de Outubro de 1921, Decreto n.º 18 739, de 26 de Julho de 1930 e Decreto n.º 40 378, de 14 de Novembro de 1955.
9. «Estatuto da Instrução Universitária», Decreto n.º 18 717, de 2 de Agosto de 1930.
10. «Bases do Estatuto da Universidade Técnica», Decreto n.º 19 081, de 2 de Dezembro de 1930, e «Estatuto da Universidade Técnica», Decreto n.º 19 848, de 2 de Junho de 1931.
11. Louis Armand e Michel Drancourt, «Plaidoyer pour l'avenir», Calmann-Lévy, Paris, 1961.
12. José Pereira Athayde, «As disciplinas formativas nas escolas superiores de engenharia», Técnica, Dezembro, 1956
13. «Méthodes d'évaluation de l'offre et de la demande de personnel technique et scientifique», Revue International du Travail, Janeiro, 1960.

QUADRO I

# EFECTIVOS ESCOLARES

| País | População (1) (milhares) | Ensino primário: Efectivo (2) | Ensino primário: Efectivo / População (%) | Ensino secundário (4): Efectivo (2) | Ensino secundário (4): Efectivo / População (%) | Ensino superior: Efectivo (2) | Ensino superior: Efectivo / População (%) | Ensino normal: Efectivo (2) | Ensino normal: Efectivo / População (%) | Efectivo global | Efectivo global / População % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alemanha Ocidental | 49 995 | 5 031 776 | 10,1 | 3 500 416 | 7,0 | 173 320 | 0,34 | 24 381 | 0,04 | 8 729 893 | 17,5 |
| Argentina | 19 111 | 2 859 827 | 15,0 | 391 775 | 2,0 | 148 371 | 0,77 | 121 666 | 0,63 | 3 521 639 | 18,4 |
| Áustria | 6 974 | 704 190 | 10,1 | 277 354 | 4,0 | 32 608 | 0,46 | 5 780 | 0,08 | 1 019 932 | 14,6 |
| Bélgica | 8 868 | 874 856 | 9,9 | 549 042 | 6,2 | 37 026 | 0,41 | 22 987 | 0,25 | 1 483 911 | 16,8 |
| Brasil | 58 456 | 5 775 250 | 9,9 | 916 040 | 1,6 | 83 573 | 0,14 | 81 757 | 0,13 | 6 856 620 | 11,8 |
| Checoslováquia | 13 089 | 1 953 594 | 14,9 | 225 615 | 1,7 | 48 805 | 0,37 | 16 668 | 0,12 | 2 244 682 | 17,1 |
| Dinamarca | 4 439 | 523 416 | 11,8 | 164 759 | 3,7 | 14 182 | 0,31 | 6 492 | 0,14 | 708 849 | 16,0 |
| Egipto | 22 934 | 894 089 | 3,9 | 114 200 | 0,5 | 12 079 | 0,05 | 10 088 | 0,04 | 1 030 456 | 4,5 |
| Espanha | 28 976 | 3 108 142 | 10,7 | 596 127 | 2,1 | 110 601 | 0,38 | 37 172 | 0,12 | 3 852 042 | 13,3 |
| Etiópia | 20 000 | 158 005 | 0,8 | 5 040 | 0,0 | 689 | 0,00 | 1 175 | 0,01 | 164 909 | 0,8 |
| E. U. América | 164 303 | 26 168 000 | 15,9 | 9 293 000 | 5,7 | 3 042 200 | 1,85 | 322 661 | 0,19 | 38 825 861 | 23,6 |
| Filipinas | 21 849 | 3 735 657 | 17,1 | 627 954 | 2,9 | 249 573 | 1,14 | 35 851 | 0,16 | 4 649 035 | 21,3 |
| Finlândia | 4 241 | 628 655 | 14,8 | 230 225 | 5,4 | 18 404 | 0,43 | 2 875 | 0,06 | 880 159 | 20,7 |
| França | 43 264 | 5 351 104 | 12,4 | 1 659 057 | 3,8 | 224 806 | 0,5 | 1 367 | 0,03 | 7 236 334 | 16,7 |
| Gana | 4 620 | 471 020 | 10,2 | 158 052 | 3,4 | 795 | 0,01 | 4 144 | 0,09 | 634 011 | 13,7 |
| Grécia | 7 973 | 936 229 | 11,7 | 255 967 | 3,2 | 20 948 | 0,26 | 2 363 | 0,03 | 1 215 507 | 15,2 |
| União Indiana | 381 690 | 25 964 808 | 6,8 | 7 602 023 | 2,0 | 814 406 | 0,21 | 113 889 | 0,03 | 34 495 126 | 9,0 |
| Irão | 21 794 | 1 135 219 | 5,2 | 222 269 | 1,0 | 14 439 | 0,07 | 4 235 | 0,02 | 1 376 162 | 6,3 |
| Israel | 1 811 | 370 356 | 20,5 | 44 690 | 2,5 | 11 300 | 0,62 | 6 076 | 0,33 | 432 422 | 24,0 |
| Japão | 89 100 | 13 492 087 | 15,1 | 727 210 | 0 8 | 566 551 | 0,63 | 69 681 | 0,08 | 14 855 529 | 16,6 |
| Libéria | 1 250 | 52 232 | 4,2 | 3 638 | 0,3 | 399 | 0,03 | 1 721 | 0,13 | 57 990 | 4,7 |
| Marrocos | 9 723 | 608 443 | 6,3 | 50 369 | 0,5 | 1 978 | 0,02 | 108 | 0,01 | 660 898 | 6,8 |
| México | 29 679 | 4 371 544 | 14,7 | 209 432 | 0,7 | 103 485 | 0,34 | 35 684 | 0,12 | 4 720 325 | 15.9 |
| Portugal — Metrópole | *8 765* | (3) *851 675* | *9,7* | *154 804* | *1,8* | *20 851* | *0,23* | *2 751* | *0,03* | *1 030 081* | *11,8* |
| Portugal — Ultramar | *12 934* | *546 615* | *4,4* | *50 331* | *0,4* | (5) *135* | *0,00* | *903* | *0,00* | *597 982* | *4,8* |
| Portugal — Total | *21 159* | *1 398 290* | *6,6* | *205 135* | *1,0* | *20 984* | *0,10* | *3 654* | *0,02* | *1 628 063* | *7,7* |
| Tailândia | 20 302 | 3 236 670 | 15,9 | 427 660 | 2,1 | 47 508 | 0,23 | 11 023 | 0,05 | 3 722 861 | 18,3 |
| Turquia | 24 122 | 2 270 106 | 9,4 | 319 321 | 1,3 | 46 800 | 0,19 | 23 621 | 0,09 | 2 659 848 | 11,0 |
| Venezuela | 5 774 | 735 111 | 12,7 | 75 233 | 1,3 | 16 126 | 0,27 | 9 110 | 0,15 | 835 580 | 14,4 |
| U. R. S. S. | 200 200 | 26 059 500 | 13,0 | 5 135 400 | 2,6 | 1 435 800 | 0,71 | 876 600 | 0,43 | 33 510 300 | 16,7 |
| União da África do Sul | 13 669 | 1 964 249 | 14,4 | 14 796 | 0,1 | 26 671 | 0,19 | 13 130 | 0,09 | 2 018 846 | 14,8 |

(1) Elementos extraídos de «L'Éducation dans le monde — vol. II, L'enseignement du premier degré», UNESCO, 1960.
(2) Elementos extraídos de «Current school enrolment statistic», UNESCO, September, 1960.
(3) Não inclui ensino da Campanha Nacional de Educação de Adultos.
(4) Inclui o ensino técnico profissional.
(5) Escola Médico-Cirúrgica de Goa.

QUADRO II

# EFECTIVOS ESCOLARES DA METRÓPOLE

| Ano lectivo | População (1) | Ensino primário (2) | Ensino secundário | | | Ensino médio | | | | Ensino normal (2) | Ensino superior (2) | Outros ensinos (10) | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Liceal (3) | Profissional | Total | Agrícola | Comercial | Industrial | Total | | | | |
| 1950-51 | 8 441 312 | 632 883 | 48 485 | 38 939 (3) | 87 424 | 448 (2) | 1 459 (2) | 1 314 (2) | 3 221 | 2 440 | 16 018 | 2 707 (11) | 744 693 |
| 1951-52 | 8 517 878 | 663 388 | 51 577 | 38 993 (3) | 90 570 | 432 (2) | 1 235 (2) | 1 169 (2) | 2 836 | 2 176 | 16 431 | 2 955 (11) | 778 356 |
| 1952-53 | 8 594 444 | 759 180 | 54 370 | 39 492 (3) | 93 862 | 421 (2) | 1 197 (2) | 1 118 (2) | 2 736 | 2 046 | 16 564 | 175 909 (11) | 1 050 297 |
| 1953-54 | 8 671 010 | 795 338 | 58 721 | 42 216 (3) | 100 937 | 399 (4) | 1 148 (4) | 1 022 (4) | 2 569 | 2 466 | 17 282 | 283 927 (11) | 1 202 519 |
| 1954-55 | 8 765 000 | 813 331 | 62 680 | 45 952 (3) | 108 632 | 407 (5) | 1 143 (5) | 1 052 (5) | 2 602 | 2 879 | 18 036 | 252 367 (11) | 1 197 847 |
| 1955-56 | 8 824 142 | 829 469 | 68 873 | 52 363 (3) | 121 236 | 413 (6) | 1 141 (6) | 1 074 (6) | 2 628 | 2 931 | 18 797 | 260 992 (11) | 1 236 053 |
| 1956-57 | 8 900 708 | 841 937 | 76 637 | 58 739 (3) | 135 376 | 407 (2) | 1 125 (7) | 1 039 (2) | 2 571 | 2 872 | 19 161 | 249 954 (11) | 1 251 311 |
| 1957-58 | 8 977 274 | 851 675 | 82 962 | 67 361 (3) | 150 323 | 453 (8) | 1 156 (8) | 1 160 (8) | 2 769 | 2 844 | 19 880 | 120 268 (2) | 1 147 759 |
| 1958-59 | 9 053 840 | 856 940 | 91 020 | 78 791 (3) | 169 811 | 498 (2) | 1 187 (2) | 1 281 (2) | 2 966 | 3 364 | 20 904 | 118 545 (2) | 1 172 620 |
| 1959-60 | 9 130 410 | 868 625 | 101 969 | 83 507 (2) | 185 476 | 545 (9) | 1 373 (9) | 1 450 (9) | 3 368 | 4 121 | 22 163 | 105 425 (2) | 1 189 178 |
| 1960-61 | 9 206 980 | 887 235 | 111 821 | 94 653 (2) | 206 474 | 654 (2) | 1 556 (2) | 1 671 (2) | 3 881 | 4 756 | 23 877 | 88 386 (2) | 1 214 609 |

(1) O valor respeitante ao ano lectivo 1950-51 é o do senso de 1950 e o do ano lectivo 1959-60 foi extraído do anuário estatístico de 1960. Os valores intermédios foram obtidos por interpolação e o último por extrapolação.

(2) «Estatística de Educação, 1960-61», Instituto Nacional de Estatística.

(3) «Estatística de Educação, 1958-59», Instituto Nacional de Estatística.

(4) «Anuário Estatístico de 1954», Instituto Nacional de Estatística.

(5) «Anuário Estatístico de 1955», Instituto Nacional de Estatística.

(6) «Anuário estatístico de 1958», Instituto Nacional de Estatística.

(7) «Estatística de Educação, 1956-57», Instituto Nacional de Estatística.

(8) Tomaram-se as médias dos anos adjacentes, por falta de elementos estatísticos.

(8) «Anuário Estatístico de 1960», Instituto Nacional de Estatística.

(10) Inclui o Ensino da Campanha Nacional de Educação de Adultos.

(11) «Aspectos quantitativos do Ensino em Portugal», José de Matos Torres, 1961.

QUADRO III

## EFECTIVOS ESCOLARES DO ULTRAMAR [1]

| Ano lectivo | Ensino primário [2] | Ensino secundário | | | Ensino médio | Ensino superior [4] | Outros ensinos | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Liceal | Profissional | Total | | | | |
| 1950-51 | 245 588 | 6 566 | 15 375 | 21 941 | — | 195 | 336 | 268 060 |
| 1951-52 | 273 244 | 6 249 | 11 353 | 17 602 | — | 176 | 381 | 291 403 |
| 1952-53 | 305 881 | 6 784 | 9 972 | 16 756 | — | 178 | 484 | 323 299 |
| 1953-54 | 352 477 | 7 714 | 12 069 | 19 783 | — | 157 | 600 | 373 017 |
| 1954-55 | 406 869 | 8 946 | 13 386 | 22 332 | — | 128 | 476 | 429 805 |
| 1955-56 | 414 279 | 10 318 | 15 437 | 25 755 | — | 117 | 518 | 440 669 |
| 1956-57 | 509 386 | 11 847 | 16 877 | 28 724 | — | 121 | 880 | 539 111 |
| 1957-58 | 545 861 | 12 867 | 20 236 | 33 103 | — | 135 | 903 | 580 002 |
| 1958-59 | 594 986 | 16 607 | 21 692 | 38 299 | — | 128 | 970 | 634 383 |
| 1959-60 | 640 929 | 18 835 | 20 849 | 39 684 | 150 [3] | 145 | 1 600 | 682 358 |

(1) Elementos fornecidos pela Direcção-Geral do Ensino do Ministério do Ultramar.
(2) Inclui também o ensino rudimentar e rural e exclui o ensino em escolas estrangeiras de qualquer grau.
(3) Ensino agrícola, iniciado em 1959-60.
(4) Escola Médico-cirúrgica de Goa.

QUADRO IV

## EFECTIVOS ESCOLARES DO PAÍS [1]

| Ano lectivo | Ensino primário | Ensino secundário | | | Ensino médico | Ensino superior | Outros ensinos | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Liceal | Profissional | Total | | | | |
| 1950-51 | 878 471 | 55 051 | 54 314 | 109 365 | 3 221 | 16 213 | 5 483 | 1 012 753 |
| 1951-52 | 936 632 | 57 826 | 50 346 | 108 172 | 2 836 | 16 607 | 5 512 | 1 069 759 |
| 1952-53 | 1 065 061 | 61 154 | 49 464 | 110 618 | 2 736 | 16 742 | 178 439 | 1 373 596 |
| 1953-54 | 1 147 815 | 66 435 | 54 285 | 120 720 | 2 569 | 17 439 | 286 993 | 1 575 536 |
| 1954-55 | 1 220 200 | 71 626 | 59 338 | 130 964 | 2 602 | 18 164 | 255 722 | 1 627 652 |
| 1955-56 | 1 243 748 | 79 191 | 67 800 | 146 991 | 2 628 | 18 914 | 264 441 | 1 676 722 |
| 1956-57 | 1 351 323 | 88 484 | 75 616 | 164 100 | 2 571 | 19 282 | 253 146 | 1 790 422 |
| 1957-58 | 1 397 536 | 95 829 | 87 597 | 183 426 | 2 769 | 20 015 | 124 015 | 1 727 761 |
| 1958-59 | 1 451 926 | 107 627 | 100 483 | 208 110 | 2 966 | 21 122 | 122 879 | 1 807 003 |
| 1959-60 | 1 463 611 | 120 804 | 104 356 | 225 160 | 3 518 | 22 308 | 111 146 | 1 871 536 |

(1) Valores obtidos a partir dos Quadros II e III.

QUADRO V

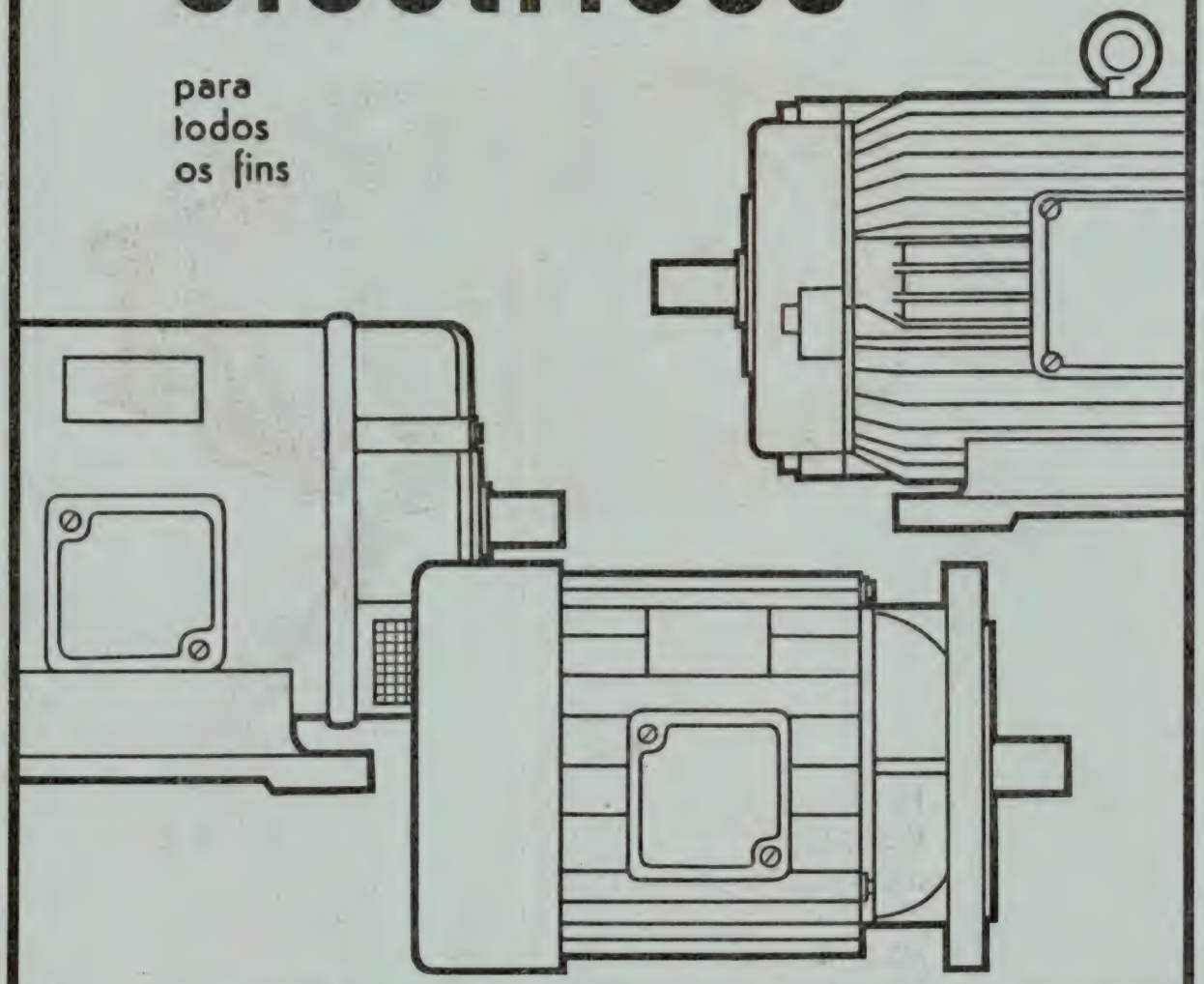
## ÍNDICES DE EVOLUÇÃO DOS EFECTIVOS ESCOLARES DA METRÓPOLE [1]

| Ano lectivo | População | Ensino primário | Ensino secundário | | | Ensino médio | Ensino normal | Ensino superior | Outros ensinos | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Liceal | Profissional | Total | | | | | |
| 1950-51 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1951-52 | 100,9 | 105 | 106 | 100 | 104 | 88 | 89 | 103 | 109 | 105 |
| 1952-53 | 101,8 | 120 | 112 | 101 | 107 | 85 | 84 | 103 | 6 500 | 141 |
| 1953-54 | 102,7 | 126 | 121 | 108 | 115 | 80 | 101 | 108 | 10 490 | 161 |
| 1954-55 | 103,6 | 129 | 129 | 118 | 124 | 81 | 118 | 113 | 9 320 | 161 |
| 1955-56 | 104,5 | 131 | 142 | 134 | 139 | 82 | 120 | 117 | 9 640 | 166 |
| 1956-57 | 105,4 | 133 | 158 | 151 | 155 | 80 | 118 | 120 | 9 210 | 168 |
| 1957-58 | 106,3 | 135 | 171 | 173 | 172 | 86 | 117 | 124 | 4 440 | 154 |
| 1958-59 | 107,2 | 135 | 188 | 202 | 194 | 92 | 138 | 131 | 4 380 | 157 |
| 1959-60 | 108,2 | 137 | 210 | 214 | 212 | 105 | 169 | 138 | 3 900 | 160 |
| 1960-61 | 109,1 | 140 | 231 | 243 | 236 | 120 | 195 | 149 | 3 270 | 163 |

(1) Valores obtidos a partir do Quadro II.

# Motores eléctricos

para
todos
os fins



MOTRA ENAE SIEMENS

REPRESENTANTES E DISTRIBUIDORES

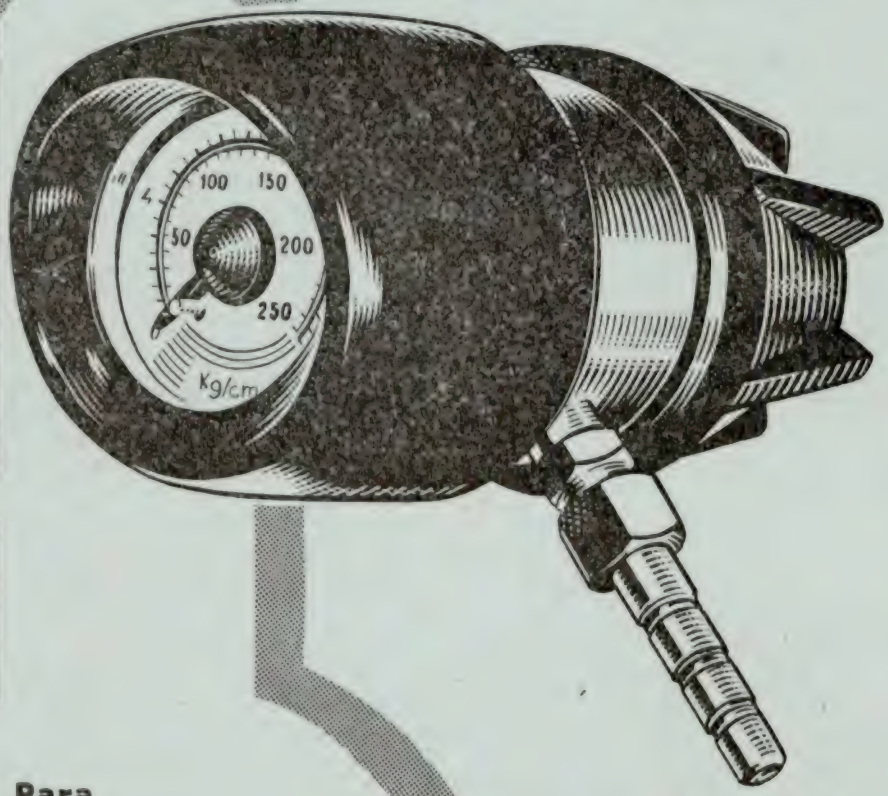
**SIEMENS**

**COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.**

LISBOA • AV. ALMIRANTE REIS, 65 ■ PORTO • R. DAS CARMELITAS, 12

# MANOBLOC

A ÚLTIMA PALAVRA EM
**MANOREDUTORES**




HAVAS-L

**Para**
**OXIGÉNIO**
**ACETILENO DISSOLVIDO**
**AR COMPRIMIDO**
**AZOTO**
**HIDROGÉNIO**

**BLINDADO**

**MODERNO**
**PRECISO**
**ROBUSTO**
**PRÁTICO**

**O MANOBLOC**

**É O APARELHO IDEAL PARA A EXPANSÃO DOS GASES COMPRIMIDOS**

## Sociedade Portuguesa do AR LIQUIDO

*Agentes Exclusivos de Vendas dos Produtos "L'AIR LIQUIDE"*

Fábricas em: **LISBOA** — R. DA QUINTA DO ALMARGEM, 14 — TEL. 63 71 36
**PORTO** — RUA JUSTINO TEIXEIRA, 657 — TEL. 50031

Depósitos em: **SETÚBAL, COIMBRA, FUNCHAL E PONTA DELGADA**

QUADRO VI

## ÍNDICES DE EVOLUÇÃO DOS EFECTIVOS ESCOLARES DO ULTRAMAR [1]

| Ano lectivo | Ensino primário | Ensino secundário | | | Ensino médio | Ensino superior | Outros ensinos | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Liceal | Profissional | Total | | | | |
| 1950-51 | 100 | 100 | 100 | 100 | — | 100 | 100 | 100 |
| 1951-52 | 111 | 95 | 74 | 80 | — | 90 | 113 | 109 |
| 1952-53 | 125 | 103 | 65 | 76 | — | 91 | 144 | 121 |
| 1953-54 | 144 | 117 | 78 | 90 | — | 81 | 179 | 139 |
| 1954-55 | 166 | 136 | 87 | 102 | — | 66 | 142 | 160 |
| 1955-56 | 169 | 157 | 100 | 117 | — | 60 | 154 | 164 |
| 1956-57 | 207 | 180 | 110 | 131 | — | 62 | 262 | 201 |
| 1957-58 | 222 | 196 | 132 | 151 | — | 69 | 269 | 216 |
| 1958-59 | 242 | 253 | 141 | 175 | — | 66 | 289 | 237 |
| 1959-60 | 261 | 287 | 136 | 181 | — | 74 | 476 | 255 |

(1) Valores obtidos a partir do Quadro III.

QUADRO VII

## ÍNDICES DE EVOLUÇÃO DOS EFECTIVOS ESCOLARES DO PAÍS [1]

| Ano lectivo | Ensino primário | Ensino secundário | | | Ensino médio | Ensino superior | Outros ensinos | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Liceal | Profissional | Total | | | | |
| 1950-51 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1951-52 | 107 | 105 | 93 | 99 | 88 | 102 | 101 | 106 |
| 1952-53 | 121 | 111 | 91 | 101 | 85 | 103 | 3 254 | 136 |
| 1953-54 | 131 | 121 | 100 | 110 | 80 | 108 | 5 234 | 156 |
| 1954-55 | 139 | 130 | 109 | 120 | 81 | 112 | 4 664 | 161 |
| 1955-56 | 142 | 144 | 125 | 134 | 82 | 117 | 4 823 | 166 |
| 1956-57 | 154 | 161 | 139 | 150 | 80 | 119 | 4 617 | 177 |
| 1957-58 | 159 | 174 | 161 | 168 | 80 | 123 | 2 262 | 171 |
| 1958-59 | 165 | 196 | 185 | 190 | 92 | 130 | 2 241 | 178 |
| 1959-60 | 167 | 219 | 192 | 206 | 109 | 138 | 2 027 | 185 |

(1) Valores obtidos a partir do Quadro IV.

QUADRO VIII

## DURAÇÃO DO ENSINO OBRIGATÓRIO [1]

| País | Duração obrigatória (anos) |
|---|---|
| Alemanha Ocidental | 12 |
| Argentina | 7 |
| Áustria | 8 |
| Bélgica | 8 |
| Brasil | 4 |
| Checoslováquia | 8 |
| Dinamarca | 7 |
| Egipto | 6 |
| Espanha | 6 |
| Etiópia [2] | 4 |
| Estados Unidos da América | 6 |
| Filipinas | 4 |
| Finlândia | 8 |
| França | 8 |
| Gana [2] | 6 |
| Grécia | 6 |
| União Indiana [3] | 4, 5 e 6 |
| Irão | 6 |
| Israel | 9 |
| Japão | 9 |
| Libéria [2] | 8 |
| Marrocos [2] | 5 |
| México | 6 |
| Portugal | 4 |
| Tailândia | 4 |
| Turquia | 5 |
| Venezuela | 6 |
| U. R. S. S. | 10 |
| União da África do Sul [2] | 7 |

(1) Elementos extraídos de «L'Education dans le monde», Unesco, 1955.
(2) Os elementos consultados não permitem concluir que o ensino é obrigatório pelo período indicado.
(3) Varia com os estados da União.

QUADRO IX

## NÚMERO E PERCENTAGEM DE ANALFABETOS [1]

**(Maiores de 15 anos)**

| País | Produção (milhares) | Maiores de 15 anos (milhares) | Número de analfabetos | Taxa de analfabetismo % |
|---|---|---|---|---|
| Alemanha [2] | 68 500 | 52 000 | 500 000 — 1 000 000 | 1 — 2 |
| Argentina | 19 111 | 11 900 | 1 200 000 — 1 800 000 | 10 — 15 |
| Áustria | 6 974 | 5 350 | 50 000 — 100 000 | 1 — 2 |
| Bélgica | 8 868 | 6 800 | 200 000 — 270 000 | 3 — 4 |
| Brasil | 58 456 | 30 300 | 15 200 000 — 16 700 000 | 50 — 55 |
| Checoslováquia | 13 089 | 9 300 | 190 000 — 280 000 | 2 — 3 |
| Dinamarca | 4 439 | 3 150 | 32 000 — 63 000 | 1 — 2 |
| Egipto | 22 934 | 12 700 | 9 500 000 — 10 200 000 | 75 — 80 |
| Espanha | 28 976 | 20 600 | 3 100 000 — 4 100 000 | 15 — 20 |
| Etiópia | 20 000 | 9 300 | 8 800 000 — 9 200 000 | 95 — 99 |
| E. U. América | 164 303 | 110 200 | 3 300 000 — 4 400 000 | 3 — 4 |
| Filipinas | 21 849 | 11 100 | 3 900 000 — 4 400 000 | 35 — 40 |
| Finlândia | 4 241 | 2 800 | 28 000 — 56 000 | 1 — 2 |
| França | 43 264 | 32 800 | 1 000 000 — 1 300 000 | 3 — 4 |
| Grécia | 7 973 | 5 400 | 1 400 000 — 1 600 000 | 25 — 30 |
| União Indiana | 381 690 | 221 000 | 177 000 000 — 188 000 000 | 80 — 85 |
| Irão | 21 794 | 10 800 | 9 180 000 — 9 720 000 | 85 — 90 |
| Israel | 1 811 | 890 | 45 000 — 89 000 | 5 — 10 |
| Japão | 89 100 | 53 600 | 1 100 000 — 1 600 000 | 2 — 3 |
| Libéria | 1 250 | 790 | 710 000 — 750 000 | 90 — 95 |
| Marrocos | 9 723 | 5 100 | 4 300 000 — 4 600 000 | 85 — 90 |
| México | 29 679 | 15 000 | 5 300 000 — 6 000 000 | 35 — 40 |
| Portugal — Metrópole | *8 765* | *6 000* | *2 400 000 — 2 700 000* | *40 — 45* |
| Portugal — Ultramar [3] | *12 394* | *6 930* | *6 495 000 — 6 850 000* | *90 — 95* |
| Portugal — Total [3] | *21 159* | *12 930* | *8 895 000 — 9 550 000* | *70 — 75* |
| Tailândia | 20 302 | 10 700 | 4 800 000 — 5 400 000 | 45 — 50 |
| Turquia | 24 122 | 13 000 | 8 500 000 — 9 100 000 | 65 — 70 |
| Venezuela | 5 774 | 2 900 | 1 300 000 — 1 500 000 | 45 — 50 |
| U. R. S. S. | 200 200 | 112 000 | 5 600 000 — 11 200 000 | 5 — 10 |
| União da África do Sul | 13 669 | 7 800 | 4 300 000 — 4 700 000 | 55 — 60 |

(1) Elementos extraídos de «L'analphabétisme dans le monde au milieu du XX° Siècle», UNESCO, 1957.

(2) Fronteiras no fim da 2.ª guerra mundial.

(3) Não inclui S. Tomé e Príncipe e Macau

QUADRO X

## PROPORÇÃO ENTRE ENGENHEIROS E AGENTES TÉCNICOS DE ENGENHARIA [1]

| País | Ano | Número de engenheiros formados [2] | Número de agentes técnicos formados [2] | N.º de ag. técnicos / N.º de engenheiros |
|---|---|---|---|---|
| Alemanha Ocidental | 1958 | 3 035 | 7 796 | 2,5 |
| Bélgica | 1957 | 357 | 550 | 1,5 |
| Dinamarca | 1958 | 303 | 662 | 2,1 |
| Espanha | 1957 | 495 | 1 822 | 1,9 |
| Finlândia | 1958 | 261 | 279 | 1,0 |
| Grécia | 1957 | 254 | 258 | 1,0 |
| Irlanda | 1959 | 190 | 250 | 1,3 |
| Holanda | 1959 | 505 | 1 900 | 3,8 |
| Inglaterra | 1958 | 2 945 | 19 968 | 6,7 |
| Estados Unidos da América | 1957 | 31 619 | 26 610 | 0,8 |
| Noruega | 1958 | 243 | 575 | 2,3 |
| Portugal | 1961 | 179 | 97 [3] | 0,54 |
| Suíça | 1957 | 411 | 749 | 1,8 |
| Turquia | 1959 | 578 | 321 | 0,6 |

(1) Elementos extraídos de «Report on education and training of professional Engineers, Vol. I, Eusec», Setembro de 1960.
(2) Sexo masculino.
(3) Número fornecido pelo Sindicato Nacional dos Engenheiros Auxiliares, Agentes Técnicos de Engenharia e Condutores.

QUADRO XI

## FREQUÊNCIA DO ENSINO SUPERIOR [1]

| Escola | 1950-51 | 1951-52 | 1952-53 | 1953-54 | 1954-55 | 1955-56 | 1956-57 | 1957-58 | 1958-59 | 1959-60 | 1960-61 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Faculdades de Direito | 1 435 | 1 520 | 1 534 | 1 677 | 1 866 | 1 987 | 2 119 | 2 445 | 2 569 | 2 797 | 2 913 |
| Faculdades de Letras | 1 658 | 2 044 | 2 379 | 2 699 | 2 678 | 2 959 | 3 321 | 3 243 | 3 340 | 3 595 | 4 056 |
| Faculdades de Medicina | 2 624 | 2 689 | 2 702 | 2 776 | 2 983 | 3 076 | 3 163 | 3 146 | 3 146 | 3 083 | 3 035 |
| Faculdades de Ciências | 3 123 | 3 101 | 3 112 | 3 090 | 3 101 | 3 150 | 2 790 | 3 016 | 3 405 | 3 974 | 4 562 |
| Faculd. de Engenharia | 550 | 467 | 425 | 375 | 415 | 457 | 474 | 450 | 415 | 378 | 392 |
| Inst. Superior Técnico | 1 137 | 1 137 | 1 067 | 1 075 | 1 190 | 1 353 | 1 581 | 1 725 | 1 776 | 1 806 | 1 920 |
| Inst. Sup. de Agronomia | 572 | 569 | 517 | 455 | 407 | 369 | 346 | 315 | 338 | 346 | 370 |
| Escola Superior de Medicina Veterinária | 234 | 224 | 186 | 171 | 154 | 146 | 134 | 134 | 142 | 151 | 173 |
| Faculdade e Escolas de Farmácia | 694 | 694 | 666 | 657 | 632 | 628 | 608 | 584 | 591 | 548 | 537 |
| Inst. Sup. Ciências Ec. Fin. e Faculdade de Economia do Porto | 938 | 909 | 821 | 855 | 852 | 941 | 986 | 1 094 | 1 203 | 1 372 | 1 556 |
| Outras escolas [2] | 3 015 | 3 077 | 3 155 | 3 458 | 3 758 | 3 731 | 3 639 | 3 728 | 3 979 | 4 113 | 4 355 |
| Total | 16 018 | 16 431 | 16 564 | 17 288 | 18 036 | 18 797 | 19 161 | 19 880 | 20 904 | 22 163 | 23 877 |

(1) Elementos extraídos das publicações do Instituto Nacional de Estatística.
(2) Academia Militar, Escola Naval, Instituto Superior de Estudos Ultramarinos, Escola Superior de Belas Artes (Lisboa e Porto), Conservatório Nacional, Conservatório de Música do Porto, Instituto de Música de Coimbra, Academia da Madeira, Faculdade Pontifícia de Filosofia, Cursos Superiores do Ensino Eclesiástico, Instituto de Serviço Social (Lisboa e Porto), Escola Normal Superior (Coimbra) e Escola Técnica de Enfermagem.

QUADRO XII

## CONCLUSÕES DE CURSOS NO ENSINO SUPERIOR [1]

| Escola | 1950/51 | 51/52 | 52/53 | 53/54 | 54/55 | 55/56 | 56/57 | 57/58 | 58/59 | 59/60 | 1960/61 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Faculdades de Direito . | 113 | 158 | 149 | 155 | 131 | 140 | 163 | 167 | 172 | 213 | 156 |
| Faculdades de Letras . | 111 | 88 | 87 | 100 | 90 | 95 | 121 | 174 | 207 | 168 | 167 |
| Faculdades de Medicina | 224 | 242 | 240 | 130 | 194 | 216 | 204 | 264 | 296 | 322 | 292 |
| Faculdades de Ciências | 151 | 161 | 126 | 169 | 192 | 168 | 184 | 175 | 207 | 200 | 233 |
| Faculd. de Engenharia | 175 | 176 | 167 | 147 | 97 | 98 | 101 | 117 | 105 | 101 | 82 |
| Inst. Superior Técnico . | 86 | 132 | 122 | 101 | 127 | 119 | 149 | 156 | 185 | 142 | 156 |
| Inst. Sup. de Agronomia | 51 | 44 | 78 | 64 | 62 | 69 | 54 | 60 | 37 | 64 | 32 |
| Inst. Sup. de Medicina Veterinária . . . . . | 32 | 39 | 37 | 31 | 25 | 10 | 14 | 16 | 9 | 12 | 14 |
| Faculdade e Escolas de Farmácia. . . . . | 180 | 174 | 162 | 183 | 157 | 177 | 157 | 174 | 148 | 135 | 107 |
| Inst. Sup. C. Ec. Financeiras e Faculdade de Economia . . . . . | 91 | 80 | 53 | 53 | 55 | 46 | 43 | 65 | 64 | 75 | 67 |
| Outras Escolas [2] . . . | 256 | 201 | 222 | 299 | 336 | 366 | 447 | 375 | 264 | 260 | 316 |
| Total . . . . . | 1 470 | 1 495 | 1 443 | 1 435 | 1 466 | 1 504 | 1 637 | 1 743 | 1 694 | 1 692 | 1 622 |

(1) Elementos extraídos das publicações do Instituto Nacional de Estatística e fornecidos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e pelo Instituto Superior Técnico.
(2) Ver nota (2) do Quadro XI.

QUADRO XIII

## CONCLUSÕES DE CURSO EM ENGENHARIA [1]

| Especialidade | Escola | (2) (3) 1919-20 | (3) 1929-30 | 1939-40 | 1950-51 | 1951-52 | 1952-53 | 1953-54 | 1954-55 | 1955-56 | 1956-57 | 1957-58 | 1958-59 | 1959-60 | 1960-61 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Engenharia Civil | FEUP | — | — | 48 | 82 | 74 | 72 | 76 | 43 | 46 | 40 | 72 | 44 | 40 | 36 |
| | IST . . | 9 | 10 | 27 | 42 | 57 | 53 | 39 | 49 | 47 | 55 | 58 | 73 | 65 | 54 |
| Engenharia de Minas . . . . | FEUP | — | — | 1 | — | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 6 | 2 | 6 | 8 | 5 |
| | IST . . | 3 | 2 | 4 | — | 3 | — | 5 | 2 | 5 | 7 | 13 | 6 | 11 | 12 |
| Engenharia Electrotécnica . . . | FEUP | — | — | 19 | 61 | 65 | 48 | 34 | 27 | 31 | 32 | 21 | 28 | 24 | 16 |
| | IST . . | 8 | 9 | 14 | 24 | 28 | 29 | 18 | 27 | 17 | 16 | 29 | 30 | 22 | 22 |
| Engenharia Mecânica . . . . | FEUP | — | — | 2 | 12 | 15 | 17 | 24 | 17 | 13 | 16 | 17 | 22 | 25 | 20 |
| | IST . . | 6 | 6 | 7 | 7 | 17 | 20 | 19 | 23 | 32 | 39 | 37 | 49 | 21 | 37 |
| Engenharia Químico-Industrial | FEUP | — | — | 2 | 20 | 20 | 26 | 11 | 7 | 5 | 7 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| | IST . . | 4 | 4 | 2 | 13 | 27 | 20 | 20 | 26 | 18 | 32 | 19 | 27 | 23 | 31 |
| Total . . . . | FEUP | 14 | 21 | 72 | 175 | 176 | 167 | 147 | 97 | 98 | 101 | 117 | 105 | 101 | 82 |
| | IST . . | 30 | 31 | 54 | 86 | 132 | 122 | 101 | 127 | 119 | 149 | 156 | 185 | 142 | 156 |
| | Geral. | 44 | 32 | 126 | 261 | 261 | 289 | 248 | 224 | 217 | 250 | 273 | 290 | 243 | 238 |

(1) Elementos extraídos das publicações do Instituto Nacional de Estatística e fornecidos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e pelo Instituto Superior Técnico.
(2) Inclui cursos concluídos em 1917, 1918 e 1919, pelo que respeita à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
(3) Não foi possível obter a discriminação por especialidades pelo que respeita à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

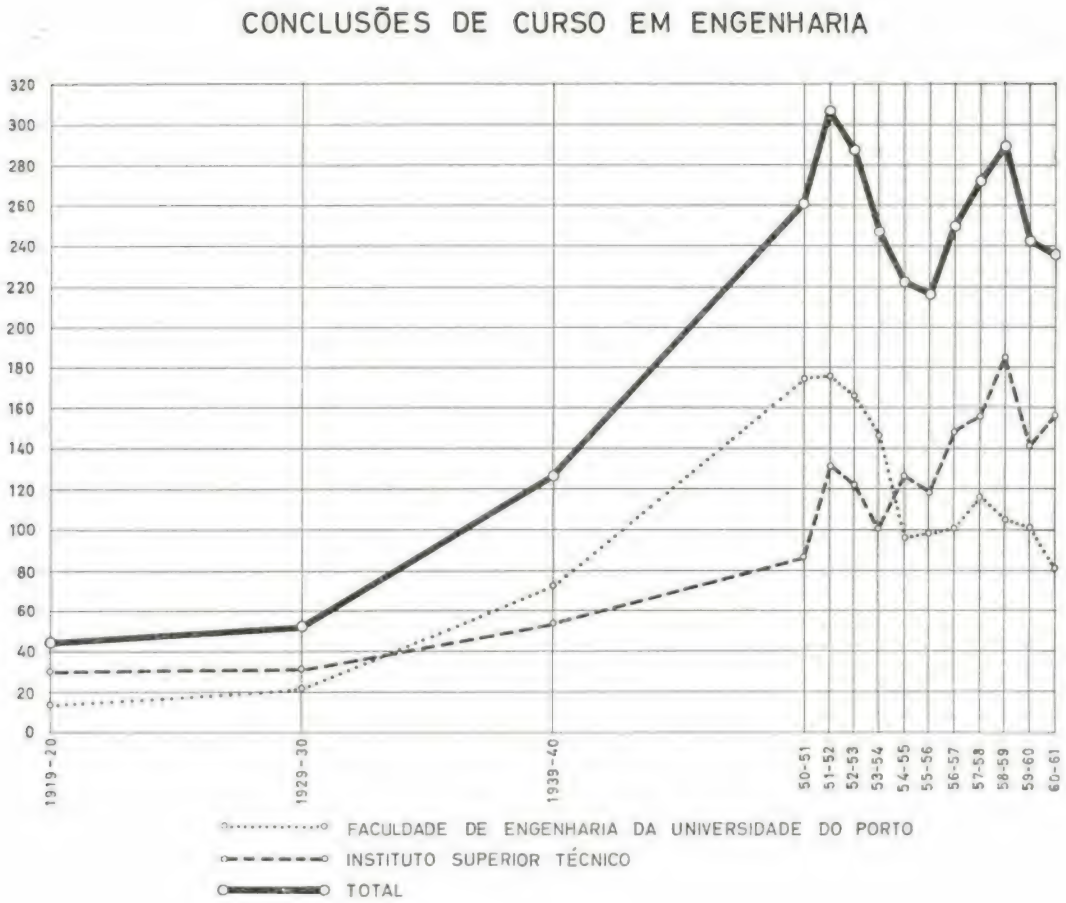

CONCLUSÕES DE CURSO EM ENGENHARIA
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1919-20
1929-30
1939-40
50-51
51-52
52-53
53-54
54-55
55-56
56-57
57-58
58-59
59-60
60-61
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
TOTAL

Fig. 1

C. D. U. 378.144

# A «POLÍTICA» DUM DECRETO

PELO PROF. ENG.º DANIEL BARBOSA

A publicação do Decreto n.º 44 813 de 27 de Dezembro último, que aboliu os exames de frequência, pode considerar-se como um passo esperançosamente construtivo no caminho da reestruturação universitária que temos de preparar dentro da premência que circunstâncias da actualidade impõem.

Para o Instituto Superior Técnico, em particular, o problema de fundo que esse diploma procura resolver — impor condições de apreciação do trabalho do estudante em benefício dum seu melhor aproveitamento — reveste-se duma indiscutível importância.

De facto, classificar a nossa forma de exames como inadequada, em parte, à função formativa e educativa que se confiou à nossa Escola, não é nem exagerado nem injusto; é uma simples verdade, embora dura, que se pode formular sem prejuízo de reconhecer todo o esforço porventura feito no fito de tornar o mais viável possível, para o estudante, o sistema de exames que vigorava.

Simplesmente, se é na própria concepção do sistema que está o erro de fundo, este não se consegue suprimir por simples «planificações»; e se é no grau de importância que, tanta vez, se lhe confere para «julgamento» que se encontra, ou pode encontrar, a causa de injustiças de decisão que uma Escola Universitária não pode por princípio admitir — ou não deva ser ela, mais do que simples «Casa de Ensino», verdadeiro Centro Superior de formação de homens — pode estabelecer-se toda a programação que se queira, que continua a estar em causa não só a avaliação dum «valor de trabalho» mas — o que ainda é mais grave — a forma como, na realidade, a Escola para ele contribui.

Sei perfeitamente que a supressão de certos inconvenientes do sistema nem sempre dependerá de nós, visto poderem ser muito mais consequência duma legislação que nos transcende do que de simples decisões que nos possam responsabilizar; ou duma orgânica que não podemos melhorar, seja por falta de meios materiais próprios, seja porque resulta de determinações superiores que temos ùnicamente de acatar e cumprir.

Mas nem uma nem outra trazem consigo o princípio de serem imutáveis no tempo, nem o facto de as termos de cumprir e acatar envolve a obrigação, para nós, de se não analisarem e discutirem quando temos exactamente para tanto particulares condições, se não até particulares responsabilidades.

Há que reconhecer, de resto, que o melhor serviço a prestar ao Ministério de que dependemos não se limita a seguir o melhor possível as suas determinações, mas também a mantê-lo sempre a par das lacunas ou dos inconvenientes com que deparamos, por efeito de determinada legislação, no exercício das nossas funções docentes.

Dentro de tal princípio — que, presumo, é para todos axiomático — nunca me eximi a afirmar que encontro um erro fundamental, gravíssimo, na importância que, de um modo geral, se confere ao «exame», o qual frequente e consequentemente, também, constitui para o aluno o fim pessoal da sua preparação escolar.

Quer dizer: em vez de constituir um meio complementar, ou suplementar, de avaliar duma preparação, que se impõe ser feita com vista essencial à obtenção calma e ponderada duma «cultura», o «exame» pela contigência de que, na realidade, se cerca, e pelo valor tantas vezes absoluto de avaliação que se lhe confere, constitui para a grande maioria dos alunos a grande razão de ser, se não mesmo a única obsessão do seu estudo.

Todos sabem que a tendência que cada vez mais se afirma nas Escolas estrangeiras congéneres da nossa, é a de avaliar da preparação do aluno, não através dum «acidente» de exame mas dum contacto estreito, e dia a dia mantido, entre ele e o respectivo professorado; só assim se

consegue — e aqui estará, sem dúvida, o maior alcance do sistema — acompanhá-lo e interessá-lo no seu próprio estudo, dentro do princípio de que cada estudante é um «caso» que à Universidade compete considerar, e não um componente anódino entre muitos que constituem um Curso.

E é exactamente através desse contacto, permanente e vivamente mantido, que o aluno pode oferecer os meios decisivos para uma avaliação honesta do seu grau de preparo e da sua dedicação ao trabalho escolar, pelo que o exame final, sob tal aspecto, se deveria considerar sobretudo como um processo de acerto para uma classificação; por outras palavras: como um meio adicional de se avaliar bem do que o aluno *sabe* e não — como tantas vezes, pelo menos, se aparenta — como um processo definitivo e exclusivo de pesquisa do que ele, na realidade, *não sabe*.

Podendo e devendo constituir o exame, muito embora, um processo valioso de habilitar o estudante a expôr perante um júri e a argumentar no fito de defender determinado ponto de vista, de atenuar um risco ou de valorizar uma posição, deve ser sempre na certeza duma apreciação conseguida em face dum trabalho de preparação calma e proficientemente realizado durante todo o ano, que o aluno adquire aquele mínimo de confiança indispensável que o leva a estudar para *saber*, em vez de se limitar, ou de se sentir impelido, a estudar para *poder passar*.

Se não for assim, se não houver esse contacto estreito, que supera um formalismo de ensino procriador que pode ser de uma obra verdadeiramente educativa e formativa, o aluno tende para ver nos seus mestres mais do que transmissores da cultura que procura, uma barreira que necessita a todo o transe vencer.

Dá-se, consequentemente, um sentido negativo à mais alta função da Universidade, visto que, muito embora podendo ela afirmar-se como Centro criador de Ciência da maior importância, falha na transcendente e nobilíssima função que lhe está cometida como verdadeira comunidade cultural e humana que deverá ser de professores e de estudantes.

E se desse contacto não resulta a confiança perante o dever cumprido, se se não afirma a consciência do que realmente se sabe, do que realmente se vale, o exame passa a ser a terrível aventura em que a sorte é muitas vezes soberana para «ganhar» ou para «perder».

Consequentemente, a actividade do estudante não se desenvolve com vista ao que é preciso e convirá «saber», mas sim, e sobretudo, com vista ao que poderá «sair»; e não interessa que o conhecimento perdure, que uma preparação se vá processando em camadas sucessivas nas quais cada uma se tem de apoiar sòlidamente sobre a que a antecede para servir de boa base à que, depois, a há-de preceder: o que interessa é «responder» no exame, num esforço — quantas vezes — de memória de momento que não deixa, poucos dias decorridos, um simples traço que permita recordar.

Consegue-se desta forma obter frequentemente um diploma, é certo, mas fica-se frequentemente muito longe, também, de obter uma verdadeira «preparação universitária»; e, então, a Universidade falhou.

* * *

Creio que, dum modo geral, o sistema seguido no Instituto Superior Técnico — como, aliás, noutras Escolas congéneres do país — não tem fugido de modo satisfatório à crítica que atrás esbocei; sendo assim, não se adequa à devida preparação do estudante que, nele, procura obter o título de engenheiro.

Um pormenor de circunstância, até, mais agrava ainda a questão: o de ser possível reprovar, sem qualquer apelo formal, numa simples prova escrita que não dá a contrapartida — que seria justa — duma dispensa para a oral.

E, contudo, esta realidade contém em si própria o absurdo duma solução unilateral que não encontra qualquer justificação. De facto, com um ponto bem estruturado, que varra razoàvelmente a matéria e a aprofunde, mesmo, numa ou noutra particularidade, não é fácil — direi mesmo: não é possível — a um aluno prestar uma boa prova sem uma boa preparação; em compensação, a fadiga — os alunos chegam a realizar 12, 14 ou mesmo 16 provas, entre escritas e orais, no curto espaço de dois meses! — os nervos, uma incompreensão de momento, um erro inicial de raciocínio ou de

# JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

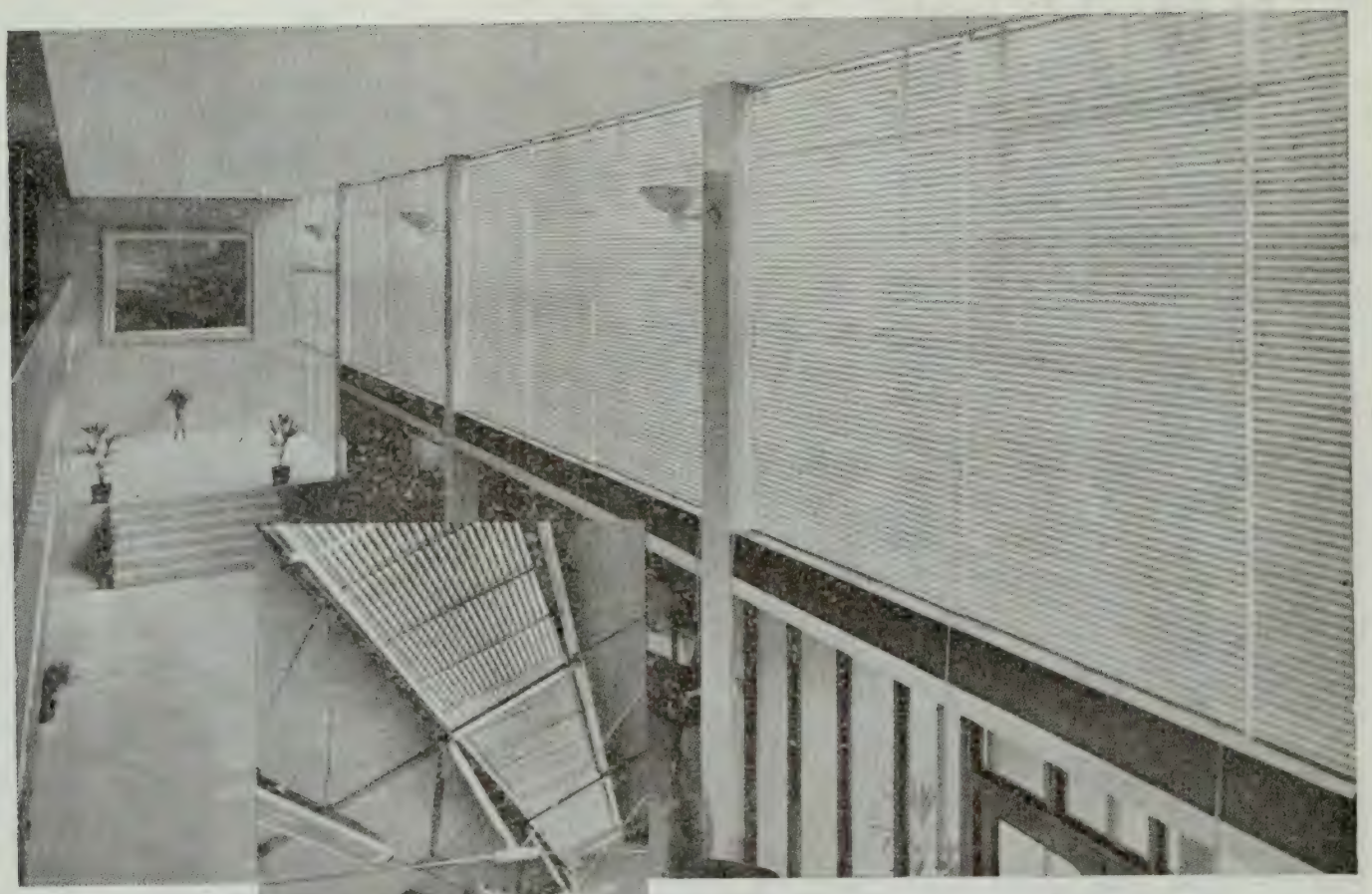
PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743

**Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição**

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina



**SUNWAY**

**SUNWAY** - Os Estores de concepção ultramoderna que graças às suas reconhecidas características de segurança, eficiência e poder decorativo são recomendados para qualquer ambiente.

Sistema revolucionário de ligação das lâminas por meio de fios de Terylene extremamente finos e de extraordinária resistência, alta qualidade de todas as partes componentes, funcionamento silencioso e facilidade de limpeza — são as características principais dos Estores «Sunway».

*ESTORES* **SUNWAY**

(DIVISÃO DA BELL'S & CA, LDA.)

AVENIDA GENERAL ROÇADAS, 68-C e 68-D

TELEF. 83 54 35 TELEG. SUNWAY

LISBOA 1

contas, etc., podem levá-lo a dar a impressão, sobre uma matéria que afinal conhece, da falta de um preparo que, na realidade, tem.

Mas todo o desarrazoado que o sistema em si contém se reforçava, duma maneira gritante, quando se tratava de exames de frequência, os quais, pela forma como estavam estabelecidos, constituíam, dum modo geral também, a expressão mais flagrante dum «absurdo de apreciação».

De facto, à base duma prova só — quantas vezes realizada pràticamente no começo do ano lectivo, isto è: quando os alunos ainda mal tinham contactado com o sentido prático da matéria — a eliminação era não só permissível como frequentemente, e desde logo, atingia uma percentagem deveras elevada. E poderia perguntar-se, então, se era justo, se era admissível, que por uma única prova, realizada muitas vezes após dois ou dois meses e meio de aulas teóricas efectivas, e após — tantas vezes, igualmente — um número demasiado escasso de aulas práticas, um aluno pudesse ser pura e simplesmente excluído, pudesse desde logo ficar com o ano inteiramente perdido, quando não tinha ainda a prática necessária da matéria para poder superar obstáculos que, no decorrer do ano lectivo, conseguiria vencer sem dificuldade de maior?!

Que prévia informação sobre ele permitiria, a maior parte das vezes, decidir com objectividade em tal sentido?

Repare-se que ao dizer-se «com objectividade» se não discute, de forma alguma, aquela porque se podia traduzir a classificação atribuída à própria prova em si, mas o valor único, total, definitivo, que a esta se atribuia para efeito não de contar como valor a ponderar, junto de outros, no fim do ano mas para, por prova prestada no mês de Janeiro ou de Fevereiro, se decidir que o aluno não podia continuar a estudar *esta* ou *aquela* disciplina, negando-se-lhe consequentemente o direito de prestar durante o ano muitas mais outras provas sobre as quais, indubitàvelmente, se poderia, com melhor critério e maior justiça, aprovar ou excluir.

Nos primeiros anos, então, o processo tomava foros de autêntica «primeira eliminação», facilitada, decerto, pelo facto de o aluno estar sofrendo as perturbadoras consequências do contacto com uma matéria nova, geral e especìficamente diferente daquela que lhe era habitual no Liceu; e não se deve esquecer, até, que o hábito da própria disciplina de estudo, que a frequência do Curso Liceal impõe, não chega para enfrentar com sucesso, na maioria dos estudantes, o choque da relativa «liberdade escolar» com que o Instituto os recebe.

Sem uma informação conscienciosa e prévia do «valor real» do estudante — e nos dois ou três primeiros meses dum Curso, que «orgânica» a poderia dar? — sem um mínimo de garantia que habilitasse o professor a avaliar se estava, ou não, perante um «acidente», ou uma «inadaptação» à matéria que o tempo superaria, uma eliminação feita assim podia constituir uma injustiça grave capaz de, só por si, condenar todo o sistema adoptado.

Que se procure incutir no estudante a necessidade de estudar, que lhe criem a certeza de que se lhe impõe dar todo o seu esforço de cooperação a quanto a Escola lhe ofereça para a sua preparação técnica e formação intelectual e humana, que o obriguem a uma contribuição própria como condição necessária para gosar do direito de ser um Universitário, que lhe firmem a consciência de que um trabalho preserverante e contínuo não se pode substituir por uma preparação de última hora, estamos plenamente de acordo. Mas que o sujeitassem a uma forma de apreciação do seu trabalho e do seu preparo que não tinha nem lógica, nem sentido, nem justiça, com isso não se podia concordar.

Não devemos esquecer que uma das piores coisas que a Universidade poderia fazer seria levar os estudantes a realizarem um trabalho por uma razão negativa; e tal acontece se o aluno estudar com o fim, sobretudo, de «não ficar reprovado».

Pelo contrário, deve ser sempre uma razão positiva que o move: o aluno estuda no fito de saber, e a Escola tem de lhe dar, dentro do possível, a certeza de que a passagem do ano é uma consequência natural dos conhecimentos que, durante ele, adquiriu.

Não está em causa o facto de, por todas as formas, se ter procurado facilitar ao estudante a sua preparação para tais exames, escalonando-os de forma a manter um certo intervalo de tempo entre cada um.

Simplesmente, porque tais provas eram eliminatórias — e a percentagem de reprovações atingida mostrava como, em muitas Cadeiras, elas de facto o eram — o aluno encontrava intercalado no seu período normal de estudo o mesmo perigo da contingência que teria de enfrentar no exame final.

E então, porque as aulas teóricas são livres, sentia-se impelido a abandoná-las para dedicar o seu tempo ao preparo que essas provas, pelo receio duma reprovação, lhe impunham.

A consequência é que terminadas elas, perdido o fio à matéria, já não regressava àquela assiduidade de presença às aulas teóricas que até ao início dos exames de frequência tinha, dum modo geral, mantido; creio que todos o podemos mais ou menos comprovar por triste experiência própria.

E este apontamento não é de menor importância para se ponderarem todos os inconvenientes do sistema, o qual trouxe consigo uma larga, uma larguíssima percentagem de reprovações.

E ao falar em reprovações: tenho, muitas vezes, perguntado a mim mesmo se o número demasiado sensível que elas atingem — nos primeiros anos da Universidade, sobretudo — não será muito mais uma consequência do sistema de ensino entre nós adoptado do que da inaptidão do estudante que procura obter uma licenciatura; isto é: se não caberá muito mais ao próprio Ensino, por carência material de meios e por deficiências da sua própria orgânica, a culpa principal desse amontoar de insucessos que, pelo tempo perdido e pelo dinheiro inùtilmente gasto, não podem deixar de constituir um grave prejuízo para a Nação.

É evidente que se em determinado ano e em determinada Escola por excepção à média geralmente corrente, surge um certo número maior de reprovações, pode inferir-se que numa razão acidental qualquer, a que não será estranha a própria «qualidade» do curso, estará a causa mais próxima do acontecido; mas se é ano por ano que essa média se mantém elevada, se uma forte percentagem dos alunos inscritos não chega a poder transitar para o ano seguinte, então a culpa já não será só deles, mas também de uma deficiência de orgânica, duma insuficiência do corpo docente, duma inadaptabilidade dos preparatórios no curso liceal que os antecede, duma forma ou dum critério de apreciação que compromete o grau de justiça com que se avalia a preparação do estudante.

Tenho para mim que a percentagem elevada de reprovações, que está a acompanhar o ensino médio e superior em Portugal, constitui um doloroso índice de desperdício que a Nação não pode comportar.

Um aluno que reprova prejudica-se a si próprio porque perdeu tempo, prejudica a sua economia familiar que, com ele, gastou inùtilmente o seu dinheiro quantas vezes obtido à custa de sacrifícios sem conta, prejudica a Escola que comprometeu em tal insucesso possibilidades pessoais e materiais do ensino que lhe coube ministrar, prejudica o país que só mais tarde terá ao seu serviço um elemento de acção por cuja colaboração espera e em cuja preparação cooperou.

Num momento tão particular da nossa vida económico-social, em que a «produtividade» tem foros de preocupação nacional, a Universidade não pode ficar indiferente a esse rosário de insucessos porque a ela, em última análise, cabe a culpa de os manter e permitir; tem, portanto, de se estruturar de forma a dispor de todas as condições necessárias para que aqueles que a frequentam estudem, se preparem e prestem provas nas necessárias condições.

Está nisso o prestígio dos seus próprios Mestres, que no campo estricto do ensino se não acreditarão, como se torna evidente, pelo facto de reprovarem muita gente, mas pelo facto de ensinarem bem; não bastará, para tanto, o nível das lições ou o conteúdo da matéria, visto que ensinar, no mais alto e nobre sentido do verdadeiro espírito universitário, é criar, através duma comunidade perfeita de mestres e alunos, uma sólida cultura com vista ao exercício duma determinada profissão.

É condição necessária para tanto aquele contacto permanente e estreito, a que aludi, entre os corpos docente e discente, capaz de criar um espírito comum entre quantos os integram, e de permitir que o aluno seja acompanhado, incentivado, amparado, aproveitado ou eliminado na consciência do real valor dum trabalho que, se se exige para prestígio profissional e da Escola, se deve também facilitar ao máximo para o melhor aproveitamento de todas as possibilidades que os alunos, na sua esmagadora maioria, trazem potencialmente consigo. E até nisto o referido Decreto se faz, de certo modo, porta-voz duma «preocupação».

Se a Escola não procura despertar o interesse dos estudantes por uma razão positiva e se limita, embora com as leccionações mais brilhantes, a seleccionar por simples provas isoladas de demonstração dum aproveitamento que a Escola não promoveu como lhe cabia, então abdica da sua função mais transcendente e mais nobre que é a de integrar uma verdadeira Universidade, de preparar realmente uma élite, negando a contribuição que, dela, o país espera neste momento tão grave em que todos são poucos para a reestruturação indispensável da sua vida social, económica e cultural.

Dir-se-à — e dir-se-à bem — que não é possível, com o reduzido corpo docente de que a nossa Escola, por exemplo, dispõe, trabalhar dum modo muito diferente daquele dentro do qual nela se trabalha; que não havendo inclusivamente as verbas precisas para apetrechar devidamente a Escola, para contratar assistentes em qualidade e em número suficiente — quantas vezes um assistente sòmente para 80 ou 90 alunos presta o serviço que no estrangeiro, e em Escolas similares da nossa, se confia para um grupo de 6 ou de 8! — se tem de continuar a manter a orgânica actual e, consequentemente, a sofrer-lhe as suas consequências nocivas entre as quais a do nosso sistema de exames não é, com certeza, a menor.

Não me convenço, sinceramente o digo, da irremobilidade de tal argumento, visto não poder crer que o Governo esqueça que o melhor e mais reprodutivo investimento que se pode fazer do Capital nacional, é exactamente aquele que contribui directamente para a criação duma verdadeira élite, em que os nossos engenheiros têm de ter um papel de particular relevância; se o descurarem, para não desviarem de trabalhos de ordem material as verbas para tanto necessárias, não haverá nem fábricas, nem pontes, nem estradas, nem aeroportos, nem monumentos, nem barragens, nem marinha mercante, nem indústrias de base, nem centrais nucleares que superem, num futuro próximo, os inconvenientes duma deficiente preparação universitária.

Por toda a parte se acresce o movimento de desarmamento aduaneiro que integra econòmicamente os mais diversos países, as mais diversas regiões; por todos os lados se afirma a necessidade de cada um aproveitar, quanto possível, os seus próprios meios para poder cooperar, como se lhe impõe, com as restantes Nações.

Mal irá, então, a qualquer país, a qualquer povo, se não souber preparar, enquanto é tempo, homens de sólida cultura profissional, de dignificante formação humana, para poderem dispor da massa intelectual de que precisam no fito de poderem criar, administrar e concorrer.

Cabe à Universidade um papel do mais largo alcance na preparação dessa «massa cinzenta», sem a qual qualquer Nação, muito embora depositária importante de valores morais e materiais aproveitáveis, se oferecerá sempre, e por necessidade, à colonização de outros no campo da inteligência e do saber.

Temos de contribuir para a «Cidade Nova» que a juventude desejará servir e a nós compete, nesse sentido, preparar.

Não invoquemos nem dificuldades, nem impossibilidades, para deixar de continuar a chamar a atenção de quem de direito no fito de se conseguir ràpidamente aquilo que se impõe; lembremo-nos sempre que foi um engenheiro quem sintetizou todo o valor revolucionário da persistência e da vontade com a seguinte afirmação que pode, e deve, constituir, para todos nós, um lema de acção: «mesmo o mais difícil se pode fazer depressa; só o impossível exige um pouco mais de tempo».

Oxalá que o Decreto n.º 44 813, há pouco publicado, seja o primeiro marco do caminho por onde todos — mestres e alunos — temos de seguir.

C. D. U. 621.311.5/91

# Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

## — Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 °/₀ dos totais do País.*

### I — Breve nota mensal

No aspecto hidrológico, o mês de Outubro apresentou-se, no conjunto, bastante abaixo da média.

### II — Elementos gerais (GWh)

*a*) Mensais

| | 1961 | 1962 | Variação °/₀ |
|---|---|---|---|
| Produção hidráulica ($P_h$) . . . | 275,8 | 264,2 | — 4 |
| Produção térmica ($P_t$) . . . . . | 16,2 | 23,9 | + 48 |
| Produção total ($P_T$) . . . . . | 292,0 | 288,1 | — 1 |
| Exportações (Ex) . . . . . | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Importações (I) . . . . . | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Produção para consumos não perman. ($P_{cnp}$) . . | 57,5 | 30,6 | — 47 |
| Produção para consumos permanentes ($P_{cp}$) (¹) | 234,5 | 257,5 | + 9,8 (³) |

*b*) Acumulados desde 1 de Janeiro

| | 1961 | 1962 | Variação °/₀ |
|---|---|---|---|
| Produção hidráulica ($P_h$) . . . | 2711,8 | 2928,1 | + 8 |
| Produção térmica ($P_t$) . . . . . | 59,6 | 79,5 | + 33 |
| Produção total ($P_T$) . . . . . | 2771,4 | 3007,6 | + 9 |
| Exportações (Ex) . . . . . | 0,2 | 0,0 | — 100 |
| Importações (I) . . . . . | 0,2 | 0,6 | + 200 |
| Produção para consumo não perman. ($P_{cnp}$) . . | 603,5 | 590,0 | + 2 |
| Produção para consumos permanentes ($P_{cp}$) (¹) | 2167,9 | 2418,2 | +11,5 (³) |

NOTAS:

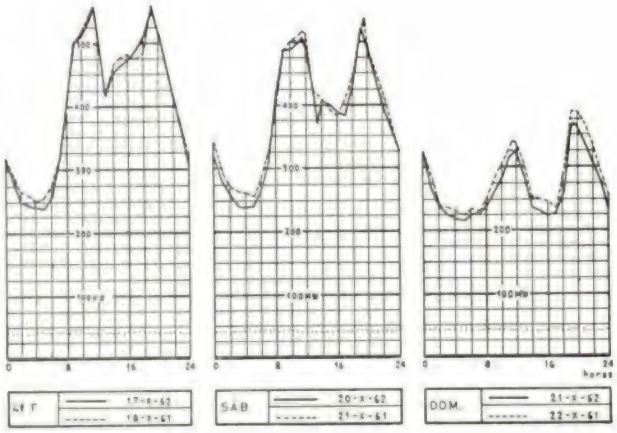
(1) A produção para consumos permanentes ($P_{CP}$) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T - P_{cnp} + I - E_X$

(2) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é de 11,4 °/₀.

### III — Diagramas de carga dos dias característicos

| | 4.ª feira: | |
|---|---|---|
| | 18-10-961 | 17-10-962 |
| Produção hidráulica ($P_h$) — MWh | 9908 | 8751 |
| Produção térmica ($P_t$) — MWh . . | 0 | 1047 |
| Produção total ($P_T$) — MWh . . . | 9908 | 9798 |
| Trocas com Espanha { Exportações MWh . | 0 | 0 |
| Trocas com Espanha { Importações MWh . | 0 | 0 |
| Produção para consumos não permanentes — MWh. . . . . | 1331 | 1124 |
| Potência máxima MW . . . . . | 496,5 | 541,5 |
| Potência mínima MW . . . . . | 220,0 | 250,0 |
| Utilização da ponta (U) — horas | 17,9 | 18,1 |
| Factor de carga (α) . . . . . | 0,75 | 0,75 |
| Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r) . . . . . | 0,44 | 0,46 |

OUTUBRO




### IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

| Albufeiras: | No fim do mês | |
|---|---|---|
| | GWh | °/₀ (¹) |
| Paradela . . . . . | 0,0 | 0,0 |
| Venda Nova . . . . . | 31,9 | 24,9 |
| Salamonde . . . . . | 9,6 | 34,8 |
| Caniçada . . . . . | 21,9 | 66,2 |
| Cabril . . . . . | 109,6 | 32,3 |
| Castelo do Bode . . . . . | 105,3 | 64,6 |
| Guilhofrei . . . . . | 1,3 | 15,7 |
| Lagoa Comprida . . . . . | 8,5 (²) | 25,9 |
| Santa Luzia . . . . . | 22,1 | 35,9 |
| Pracana . . . . . | 4,1 | 35,7 |
| Póvoa . . . . . | 4,6 (³) | 34,6 |
| Total . . . | 318,9 | 30,6 |

*Notas:*

(¹) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(²) Inclui 0,9 GWh armazenados em Vale do Rossim no fim do mês.

(³) Inclui 0,5 GWh armazenados no açude do Poio no fim do mês.

C. D. U. 621-2 : 534.1

# Os métodos de impedância mecânica e a sua aplicação na resolução de problemas de vibrações de órgãos de máquinas

POR LUCIANO FARIA
Professor do I. S. T.

## 1 — Preâmbulo

O método clássico empregado em resolver problemas de vibrações mecânicas consiste em estabelecer e resolver as equações diferenciais do movimento. Se tivermos por qualquer motivo de alterar o sistema mecânico somos forçados a voltar ao princípio, isto é, temos de estabelecer novas equações diferenciais do movimento e de as resolver. Neste método o sistema é completamente estudado, mesmo que só interesse examinar um ou outro ponto. Com os métodos de impedância mecânica tal não sucede, o que nos permite resolver muitos problemas por forma relativamente fácil e elegante.

Desde o princípio deste século tem-se feito a análise de circuitos eléctricos lineares recorrendo à relação entre a força electro-motriz sinusoidal e a intensidade da corrente resultante entre um par de terminais; como os circuitos são lineares, esta relação é apenas função da frequência. sendo independente da amplitude.

Posteriormente resolveram-se problemas de acústica recorrendo à analogia eléctrica, a qual foi a seguir utilizada na teoria dos servo-mecanismos e só mais recentemente na resolução de sistemas mecânicos.

Há possibilidade de estabelecer várias analogias eléctricas conforme melhor convenha; dependerá a escolha do fim a atingir: determinar apenas as frequências naturais dos sistemas, ou estudar regimes de funcionamento. Para o primeiro caso é corrente utilizar-se a analogia indicada no Quadro 1.

A maior inovação trazida pelos métodos de impedância consiste na utilização de *quadripolos*, sistemas elásticos quaisquer com um único ponto de entrada 1 e um único ponto de saída 2, caracterizado pelo par de equações

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ V_1 \end{bmatrix} = [\mathfrak{M}] \begin{bmatrix} F_2 \\ V_2 \end{bmatrix} \qquad (1.1)$$

representando F as forças, V as velocidades e $\mathfrak{M}$ a matriz quadrada

$$[\mathfrak{M}] = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \qquad (1.2)$$

denominada *matriz de transmissão*; $\alpha_{ij}$ são designados por *parâmetros* do quadripolo.

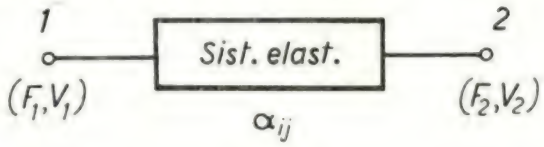



Fig. 1.1

QUADRO 1

| Sistemas mecânicos | | Circuitos eléctricos |
|---|---|---|
| movimentos lineares | movimentos angulares | |
| massa $m$ | movimento de inércia $I$ | indutância $L$ |
| contante elástica $k$ | constante elástica $k_t$ | inverso da capacidade $1/C$ |
| constante de amortecimento $c$ | constante de amortecimento $c_t$ | resistência $R$ |
| Força $F\,e^{j\omega t}$ | binário $T\,e^{j\omega t}$ | força electro-motriz $E\,e^{j\omega t}$ |
| deslocamento linear $x$ | deslocamento angular $\theta$ | quantidade de electric. $q$ |
| velocidade linear $\dot{x}$ | velocidade angular $\dot{\theta}$ | intensidade de corrente $\dot{q}$ |

Pela utilização dos quadripolos podemos fixar a nossa atenção apenas nalguns pontos do sistema. Ligando outros sistemas nesses pontos poderemos calcular as alterações que daí resultam e apreciar a resposta de todo o sistema, a partir do conhecimento das funções de impedância, isto é, do conhecimento das características parciais de algumas sub-divisões do sistema.

Vamos fazer incidir a nossa análise principalmente sobre sistemas de parâmetros descontínuos, considerando para facilidade de exposição apenas os sistemas unidimensionais.

## 2 — Circuitos mecânicos

Os circuitos mecânicos constam na interligação de elementos mecânicos lineares passivos com um ou mais elementos activos, isto é, na interligação de elementos de inércia-massas, de amortecimento viscoso-amortecedores, elásticos-molas, com geradores mecânicos.

Os elementos passivos de parâmetros lineares constantes gosam de propriedade de que a simples variação harmónica da força no elemento é necessàriamente acompanhada por uma variação harmónica simples, da mesma frequência, no seu movimento. A força e a velocidade, variando sinusoidalmente com o tempo, podem pois ser representadas por

$$f(t) = F e^{j\omega t} \qquad v(t) = V e^{j\omega t} \qquad (2.1)$$

As constantes F e V são em geral complexas e por isso se designam por *amplitudes complexas*.

Estabelecendo as relações entre as forças e as velocidades para sistemas mecânicos em estado de regime, admitindo que umas e outras obedecem às relações (2.1), ter-se-á:

— *admitância de velocidade* ou *mobilidade*, relação entre as amplitudes complexas da velocidade e da força

$$Y = \frac{V}{F} \qquad (2.2)$$

— *impedância da velocidade* ou simplesmente *impedância*, relação entre as amplitudes complexas da força e da velocidade

$$Z = \frac{F}{V} \qquad (2.3)$$

Às vezes, usando outra analogia, convém referirmo-nos aos deslocamentos A, em vez das velocidades V e então as relações a considerar são:

— admitância de deslocamento ou receptância: $y = \frac{A}{F}$

— impedância de deslocamento ou rigidês dinâmica: $z = \frac{F}{A}$

Se associarmos a cada elemento passivo uma força transmitida através dele por um elemento activo, as equações de movimento serão para cada caso:

— para a massa: $m \frac{dv}{dt} = f(t)$

— para o amortecedor: $c\,v = f(t)$ (2.4)

— para a mola: $k \int_{t_0}^{t} v\,dt = f(t)$

Para se poder aplicar à massa a 2.ª lei de Newton é preciso que o deslocamento, ou a velocidade, diga respeito a um sistema de inércia de referência. Para a equação da mola convém fazer $f(t) = 0$ para $t = t_0$, para evitar a constante de integração.

Substituindo em (2.4) $f(t)$ e $v(t)$ pelos seus valores obtêm-se as mobilidades e as impedâncias dos elementos passivos. Assim para a massa será

$$m\,V\,j\omega = F e^{j\omega t}$$

donde

$$Y_m = \frac{V}{F} = \frac{1}{j\omega m}$$

Fazendo o cálculo para os restantes elementos obtém-se

| | Mobilidades | Impedâncias | |
|---|---|---|---|
| — massa | $Y_m = \frac{1}{j\omega m}$ | $Z_m = j\omega m$ | |
| — amortecedor | $Y_c = 1/c$ | $Z_c = c$ | (2.5) |
| — mola | $Y_k = \frac{j\omega}{k}$ | $Z_k = \frac{j\omega}{k}$ | |

Daqui se conclui que $Y_k$ e $Z_m$ variam na razão directa com $\omega$, $Y_m$ e $Z_k$ na razão inversa, e que $Y_c$ e $Z_c$ são independentes de $\omega$.

## 3 — Análise de circuitos mecânicos

Para analisar um sistema mecânico temos de determinar as amplitudes das velocidades (ou dos deslocamentos) e das forças através de sistemas em estado de regime, sem esquecer as condições que as ligações impõem a cada circuito. Há duas ordens de condições a respeitar; uma, relativa às forças, diz respeito ao equilíbrio estático ou dinâmico de cada sub-sistema considerado isoladamente; a outra condição, relativa ao movimento diz respeito ao constrangimento geométrico que é imposto.

Para fins de análise convém considerar dois tipos ideais de geradores mecânicos:

— *geradores ideais de força*, que transmitem uma força de amplitude constante através deles, independentemente da velocidade desenvolvida nos seus terminais; aproxima-se de um gerador ideal de força um altifalante electromagnético, alimentado por um gerador de corrente constante;

— *geradores ideais de velocidade*, que desenvolvem uma velocidade relativa, de amplitude constante, através dos seus terminais, independentemente da força transmitida através deles; aproxima-se de um gerador ideal de velocidade um mecanismo manivela-corrediça (1) de grande rigidez e pequena massa, actuado por um motor eléctrico síncrono de grande potência.

Existem vários métodos de análise de circuitos mecânicos. Um deles consiste em definir as condições de equilíbrio de forças e de compatibilidade de movimento e as relações forças-movimentos, isto é, as mobilidades ou impedâncias de cada elemento. Para casos muito complicados o processo pode ser sistematizado pelo uso de matrizes para descrever a topologia do sistema e para realizar as operações necessárias. Outro método baseia-se em artifícios de simplificação de redes para o que é necessário recorrer a um certo número de teoremas a que aludiremos mais adiante.

Para efectuar esta análise é ainda necessário definir uma família de funções de resposta que se aplicam quando um único gerador activo está ligado a uma rede passiva. Aliás, devido à linearidade, podemos sempre reduzir uma excitação complexa a uma sobreposição de excitações provenientes de fontes isoladas.

Consideremos um par de terminais 0 — 1 de uma rede passiva (fig. 3.1) e suponhamos que entre eles é inserido um gerador ideal de força $F_1$.

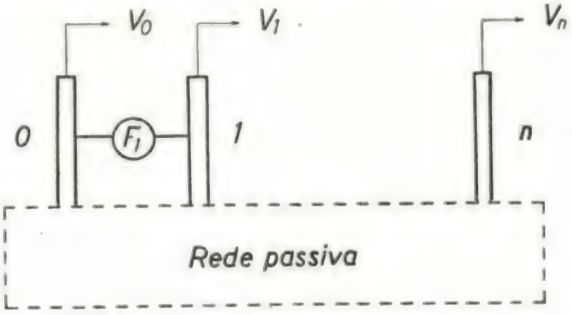



Fig. 3.1

Definiremos como *mobilidade do ponto-motor* do terminal 1, em relação ao terminal 0, o cociente entre as amplitudes complexas da velocidade relativa através do gerador e da força $F_1$

$$Y_{11} = \frac{V_1 - V_0}{F_1} \qquad (3.1)$$

Quando o terminal 0 está ligado à terra $V_0 = 0$ e $Y_{11}$ será a mobilidade do ponto-motor do terminal 1.

Definiremos como *mobilidade de transferência* entre o terminal n e o terminal 1, em relação ao terminal 0, o cociente entre as amplitudes complexas da velocidade relativa entre *0* e *n* e da força $F_1$:

$$Y_{1n} = \frac{V_n - V_0}{F_1} \qquad (3.2)$$

Se agora porém introduzirmos no ramo 1 do sistema um gerador de velocidade V, então poderemos definir:

— *impedância do ponto-motor* para o ramo 1:

$$Z_{11} = \frac{F_1}{V_1} \qquad (3.3)$$

— *impedância de transferência* entre o ramo *n* e o ramo 1

$$Z_{1n} = \frac{F_n}{V_1} \qquad (3.4)$$

(1) «Scotch yoke», segundo a designação adoptada na literatura inglesa.

Além destas funções de resposta interessa ainda às vezes considerar *relações de resposta de transferência* em que as quantidades à entrada e à saída são do mesmo tipo. Como exemplo podemos citar a relação de transmissibilidade, usada no estudo de fundações de máquinas.

## 4 — Circuitos em série e em paralelo

Consideremos um circuito em que os elementos individuais estão em série (fig. 4.1) e actuados por um gerador ideal de força. Vamos fazer a sua análise segundo o primeiro método:

— condições de equilíbrio: $F_1 = F_2 = F_3$
— mobilidades dos elementos individuais:

$$\frac{V_1 - V_2}{F_1} = \frac{1}{c} \quad \frac{V_2 - V_3}{F_2} = \frac{j\omega}{k} \quad \frac{V_3}{F_3} = \frac{1}{j\omega m} \qquad (4.1)$$

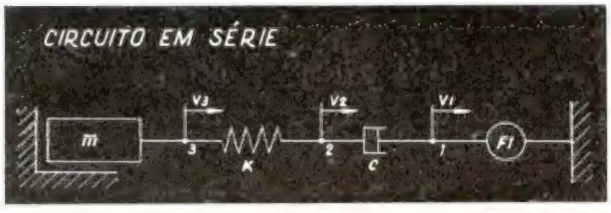



Fig. 4.1

— mobilidade do ponto-motor do terminal 1:

$$Z_{11} = \frac{V_1}{F_1} = \frac{V_1 - V_2}{F_1} + \frac{V_2 - V_3}{F_1} + \frac{V_3}{F_1} =$$

$$= \frac{V_1 - V_2}{F_1} + \frac{V_2 - V_3}{F_2} + \frac{V_3}{F_3} =$$

$$= \Sigma Y_i = \frac{1}{c} + \frac{j\omega}{k} + \frac{1}{j\omega m} \qquad (4.2)$$

Portanto para os circuitos em série a mobilidade do ponto-motor é igual à soma das mobilidades de cada elemento. Anàlogamente a impedância do ponto-motor será igual ao inverso da soma dos inversos das impedâncias de cada elemento.

$$Z_{11} = \frac{1}{\Sigma \frac{1}{Z_i}} \qquad (4.3)$$

Fazendo análise semelhante para um circuito com os mesmos elementos dispostos em paralelo (fig. 4.2) teremos:

— condições de equilíbrio $F_1 = F_2 + F_3 + F_4$ (4.4)
— impedância dos elementos individuais

$$\frac{F_2}{V_1} = \frac{k}{j\omega} \quad \frac{F_3}{V_1} = c \quad \frac{F_4}{V_1} = j\omega m \qquad (4.5)$$

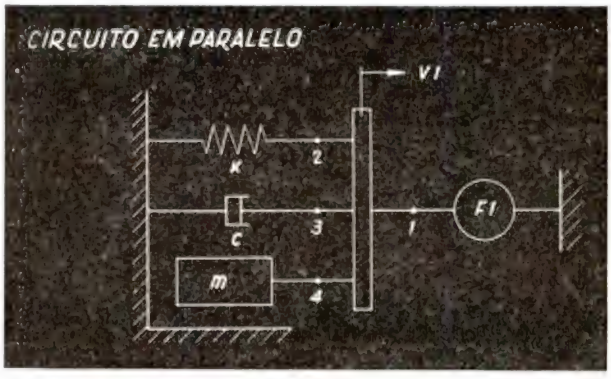



Fig. 4.2

— impedância do ponto-motor do terminal 1

$$Z_{11} = \frac{F_1}{V_1} = \frac{F_2 + F_3 + F_4}{V_1} = \frac{F_2}{V_1} + \frac{F_3}{V_1} + \frac{F_4}{V_1} =$$

$$= \Sigma Z_i = \frac{k}{j\omega} + c + j\omega m \qquad (4.6)$$

Portanto para os circuitos em paralelo a impedância do ponto-motor é igual à soma das impedâncias de cada elemento. Anàlogamente a mobilidade do ponto-motor será igual ao inverso de soma dos inversos das mobilidades de cada elemento

$$Y_{11} = \frac{1}{\Sigma \frac{1}{Y_i}} \qquad (4.7)$$

A impedância $Z_{11}$ neste caso pode também escrever-se:

$$Z_{11} = c + j\left(\omega m - \frac{k}{\omega}\right) = R + jX \qquad (4.8)$$

A parte real $R$ da impedância chama-se *resistência*, e a parte imaginária $X$, chama-se *reactância*, tal como nos circuitos eléctricos.

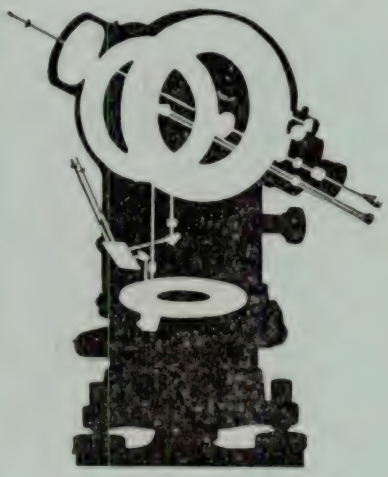
## 5 — Teoremas relativos a circuitos mecânicos

Vamos agora ver alguns teoremas a que mais frequentemente se recorre na análise de circuitos

# TAQUEÓMETRO AUTOREDUTOR RDS

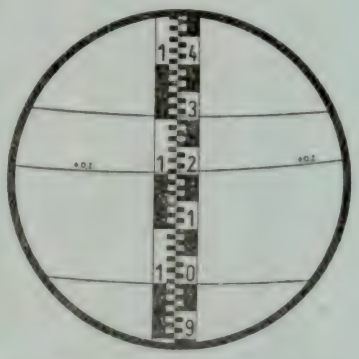
**PARA MIRA VERTICAL COM BASE EXTENSÍVEL**

**Especialmente apropriado para levantamentos de terrenos acidentados e com muitos detalhes**



PRECISÃO DE MEDIDA

das distâncias: 10 a 20 cm em 100 m
dos desníveis: 5 a 20 cm em 100 m




RETÍCULO COM 3 CURVAS:

Inferior — Círculo de Base
Média — Traço Altimétrico
Superior — Traço Estadimétrico

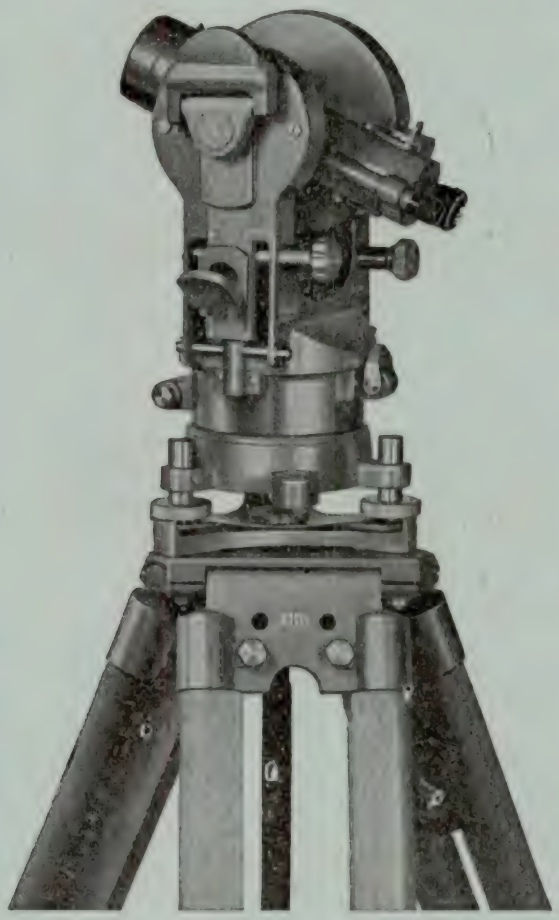


Imagem directa (não invertida) com campo de observação livre e sem obstáculos

Bengala de prumo adaptável ao tripé com escala para leitura da altura do tripé

---

Solicitem catálogo ou demonstração aos

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

**WILD PORTUGAL, LDA.**

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6
LISBOA-2 — TELEF. 68 11 27

# válvulas

- passagem
- retenção
- regulação
- cunha

PARA LÍQUIDOS, VAPORES E GASES (INCLUINDO $NH_3$ E $SO_2$) EM

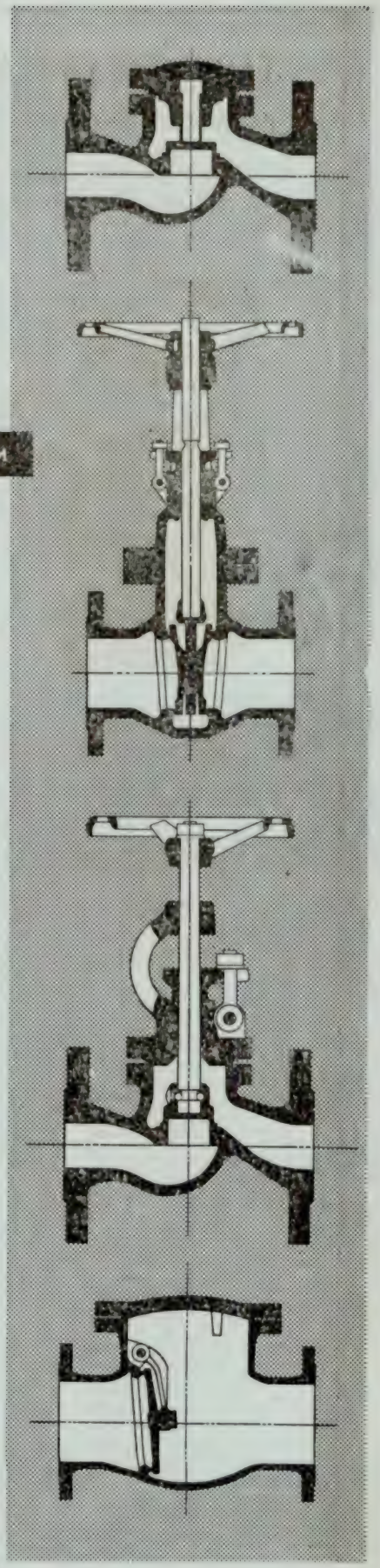
ferro fundido
ferro fundido com grafite esferoidal
aço vasado
aço inoxidável

**DN 10 mm até 600 mm** **PN 6 a 40 kg/cm²**

conforme as normas **DIN** e **ASA**

VÁLVULAS DE SEGURANÇA, DE REDUÇÃO, ELECTROMAGNÉTICAS E VÁLVULAS ESPECIAIS

- estudos
- projectos
- orçamentos
- assistência técnica



**SOCIEDADE PORTUGUESA DE VÁLVULAS, LDA.**
RUA DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS, 5 — LISBOA 2
TELEFONE: PPCA 31710—5 LINHAS

mecânicos. Não faremos a sua demonstração, mas ilustrá-los-emos com exemplos.

*Teorema da reciprocidade*—Este teorema diz-nos que a impedância de transferência $Z_{ij} = \frac{F_j}{V_i}$, cociente da amplitude da força no ramo $j$ pela velocidade relativa de um gerador inserido no ramo $i$, é igual à impedância de transferência $Z_{ji} = \frac{F_i}{V_j}$, cociente da amplitude da força no ramo $i$ pela velocidade relativa de um gerador inserido no ramo $j$.

$$Z_{ij} = Z_{ji}$$

Para ilustrar este teorema poderemos considerar o circuito representado na fig. 5.1. Analisando o do mesmo modo que para os circuitos anteriores teremos:

$$Z_{11} = \frac{F_1}{V_1} = j\omega m + \frac{1}{\frac{1}{\frac{k}{j\omega}} + \frac{1}{j\omega m}} = j\omega m \frac{2 - \omega^2 m/k}{1 - \omega^2 m/k} \qquad (5.1)$$

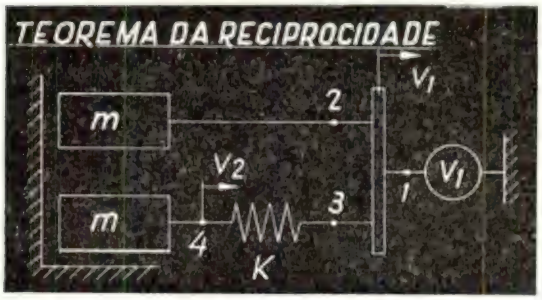



Fig. 5.1

Fazendo $Z_1 = \sqrt{k\,m}$ e $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, podemos representar a função $Z_{11}/jZ_0$ em função $\omega/\omega_0$ (fig. 5.2). Vê-se que existem 2 zeros ($\omega = 0$ e $\omega = \sqrt{2}\,\omega_0$) e 2 polos ($\omega = \omega_0$ e $\omega = \infty$). Nos polos é preciso ter uma força infinita para ter uma velocidade finita e nos zeros não é preciso qualquer força para manter uma velocidade finita.

A impedância de transferência

$$Z_{13} = \frac{F_3}{V_1} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{k}{j\omega}} + \frac{1}{j\omega m}} = j\omega m \frac{1}{1 - \frac{\omega^2 m}{k}} \qquad (5.2)$$

que está representada na fig. 5.3 .

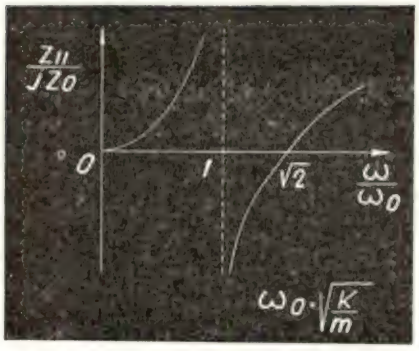



Fig. 5.2

Consideremos agora o circuito, derivado do anterior pela remoção do gerador de velocidade no ramo 1 e sua inserção no ramo 3 (fig. 5.4). Como $V_1 = 0$ e $F_1 = F_3 = F_4$ tem-se que

$$Z_{31} = \frac{F_1}{V_3} = \frac{F_3}{V_3} = Z_{13} \qquad (5.3)$$

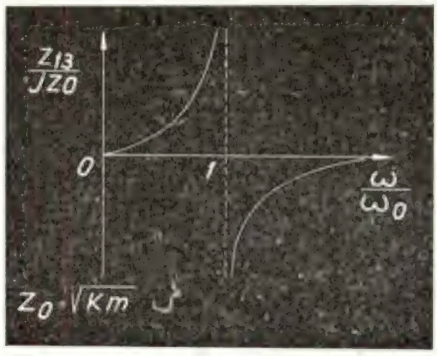



Fig. 5.3

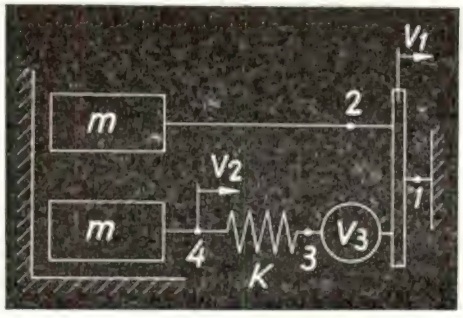



Fig. 5.4

Este teorema aplica-se igualmente às mobilidades, isto é:

$$Y_{ij} = Y_{ji}$$

*Teorema da reactância*

Este teorema, devido a Foster, só se aplica, como o nome indica, a circuitos não amortecidos ($R = 0$). Ele diz-nos que a reactância X gosa das seguintes propriedades:

- a função $X(\omega)$ é real para valores de $\omega$ reais;
- a sua derivada é sempre positiva, $dX/d\omega > 0$;
- para $\omega = 0$ ou $\omega = \infty$ existe sempre um polo ou um zero;
- todos os polos e zeros são simples, isto é, não há raízes repetidas;
- os polos e os zeros alternam, isto é, há sempre um polo entre dois zeros;
- a função $X(\omega)$ é completamente determinada pela localização dos seus polos e zeros, a menos de um factor de escala amplificador.

A função $Z_{11}$ do circuito que serviu para ilustrar o teorema da reciprocidade obedece rigorosamente a este teorema, devendo notar-se que ele nem sempre é totalmente aplicável a todas as funções de transferência de circuitos não amortecidos.

*Teorema de Thévenin*

Este teorema permite simplificar a análise de circuitos em que se introduziram novos elementos. Consideremos um circuito complexo S (fig. 5.5) e

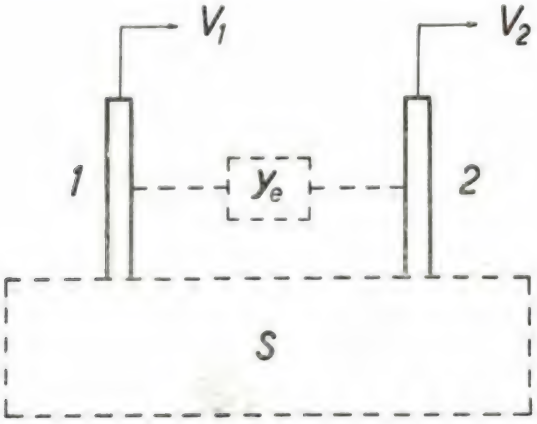
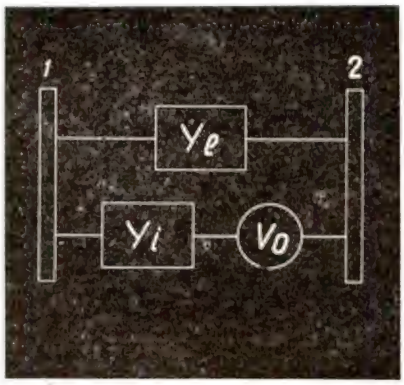



Fig. 5.5

suponhamos que queremos inserir entre os terminais 1 e 2 um elemento, ou conjunto de elementos de mobilidade $Y_e$. O teorema de Thévenin diz-nos que a força em $Y_e$ e a velocidade relativa atraves de $Y_e$ são as mesmas que no circuito simplificado (fig. 5.6), em que:

- $Y_i$ é a mobilidade interna de S, isto é, a mobilidade do ponto motor do terminal 2 em relação ao terminal 1, quando todos os geradores foram desactivados (fontes força desligadas, fontes velocidade transformadas em ligações rígidas);
- $V_o$ é a velocidade do circuito aberto (1), isto é a velocidade relativa entre os terminais 2 e 1, quando todos os geradores estão activos e $Y_e$ ainda não foi inserida.




Equivalência de Thévenin

Fig. 5.6

Consideremos o mesmo circuito estudado para o teorema da reciprocidade e suponhamos que queremos inserir um amortecedor em paralelo com a massa ligada ao terminal 4 (fig. 5.7).

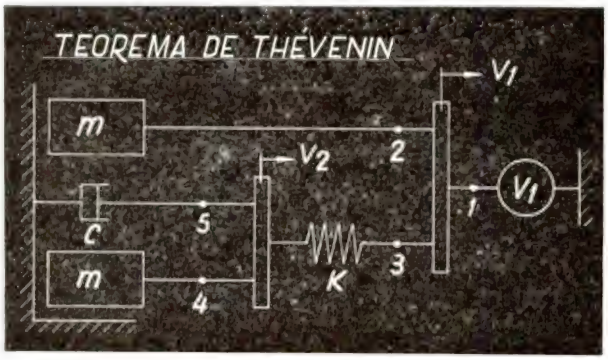



Fig. 5.7

(1) Um circuito diz-se *aberto* quando os elementos massa estiverem ligados de uma única maneira; quando existirem ligações múltiplas o circuito diz-se *fechado*.

Poderíamos resolver este novo circuito pelo primeiro método que temos vindo empregando, mas o teorema de Thévenin conduz-nos mais ràpidamente à solução.

Consideremos primeiramente um circuito (fig. 5.8) que se obtém do circuito primitivo subs-

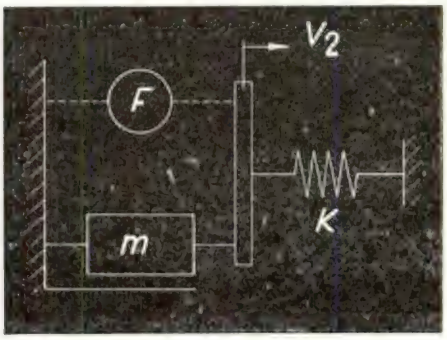



Fig. 5.8

tituindo a fonte de velocidade por uma ligação rígida, o que nos permite calcular $Y_i$, cociente entre a velocidade $V_2$ e a força F de um gerador ideal que actuasse no terminal:

$$Y_i = \frac{1}{\frac{1}{1/j\omega m} + \frac{1}{j\omega/k}} = \frac{1}{j\omega m + \frac{k}{j\omega}} \qquad (5.5)$$

No circuito primitivo a velocidade $V_2$ é agora a velocidade $V_o$ que procuramos. Ora vimos que

$$Z_{13} = \frac{F_3}{V_1} = j\omega m \frac{1}{1 - \frac{\omega^2 m}{k}} \qquad (5.6)$$

Ora

$$\frac{F_3}{V_1} \cdot \frac{1}{j\omega m} = \frac{F_4}{j\omega m} \cdot \frac{1}{V_1} = \frac{V_o}{V_1} = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2 m}{k}} \qquad (5.7)$$

O circuito equivalente será constituído (fig. 5.9) por c, $Y_i$ e $V_o$. Portanto

$$\frac{V_2}{V_o / Y_i} = \frac{1}{\frac{1}{1/c} + \frac{1}{Y_i}} \qquad (5.8)$$

donde

$$\frac{V_2}{V_o} = \frac{1}{1 + c\,Y_i} \qquad (5.9)$$

Substituindo nesta equação os valores de $V_o$ e de $Y_i$ atrás determinadas obtém-se

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2 m}{k} + \frac{j\omega c}{k}} \qquad (5.10)$$

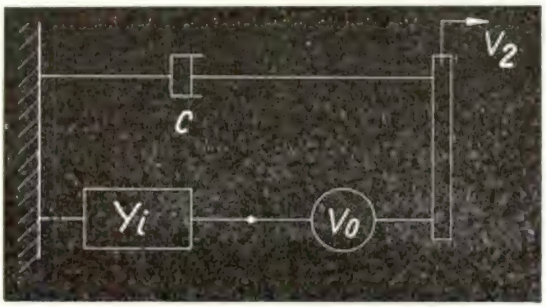



Fig. 5.9

É frequente em circuitos eléctricos utilizar filtros que são circuitos assim denominados visto permitirem eliminar ou deixar passar certas frequências. Também os circuitos mecânicos podem ser previstos para manter ou alterar certas velocidades.

Este circuito que acabámos de estudar pode considerar-se como um filtro. Da variação de $|V_2/V_1|$, para o caso de $c = \sqrt{km}$, em função de $\omega/\omega_o$ vê-se (fig. 5.10) que as duas massas e a mola

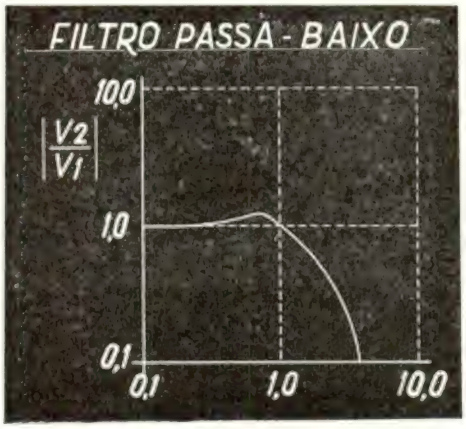



Fig. 5.10

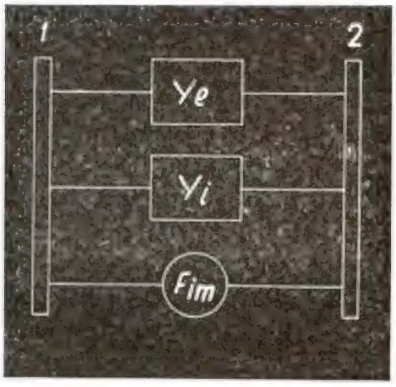
actuam como um filtro passa-baixo entre a velocidade $V_1$ do gerador e a velocidade de saída $V_2$ do amortecedor, absorvedor de energia. Na zona $0 < \omega < \omega_o$ $V_1 \approx V_2$, reduzindo-se $V_2$ para as

altas frequências aproximadamente na proporção do inverso do quadrado da frequência.

*Teorema de Norton*

É um corolário do teorema de Thévenin pois estabelece um outro circuito equivalente constituído pelo paralelo de $Y_e$, $Y_i$ e $F_{im}$, sendo $F_{im}$ a força que seria transmitida através de uma ligação rígida que tivesse sido inserida para evitar o movimento relativo entre os terminais 1 e 2 (fig. 5.11).

A equivalência de Norton emprega-se quando se conhece esta força $F_{im}$; a equivalência de




Equivalência de Norton

Fig. 5.11

Thévenin utiliza-se quando se conhece a velocidade relativa $V_o$ entre os terminais entre os quais se vai inserir o elemento.

## 6 — Aplicação à sintonização de um volante para um motor

Como exemplo de aplicação consideremos o problema da determinação das frequências próprias de uma cambota com volante, sujeita a vibrações de torção. Suponhamos que fixámos as características da cambota, mas que desejamos conhecer as possibilidades que uma gama completa de volantes pode oferecer.

Fig. 6.1

Suponhamos que se trata de uma cambota de um motor de 4 cilindros (fig. 6.1), estando o sistema esquemàticamente representado da forma convencional que temos adoptado, com o volante desligado (fig. 6.2). I é o momento de inércia de cada mecanismo motor (massas alternativas e rotativas reduzidas ao botão da manivela, k é a constante elástica de torção do veio equivalente à cambota, I' é o momento de inércia do volante que pretendemos escolher.

Considerando a cambota desligada do motor, a impedância do ponto motor do terminal 1, será:

$$Z_{11} = \cfrac{1}{\cfrac{1}{\cfrac{k}{j\omega}} + \cfrac{1}{j\omega I + \cfrac{1}{\cfrac{j\omega}{k} + \cfrac{1}{j\omega I + \cfrac{1}{\cfrac{j\omega}{k} + \cfrac{1}{j\omega I + \cfrac{1}{\cfrac{j\omega}{k} + \cfrac{1}{j\omega I}}}}}}}} \qquad (6.1)$$

Fazendo $Z_o = \sqrt{kI}$ e $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{I}}$ tem-se

$$\frac{Z_{11}}{jZ_o} = \frac{\omega}{\omega_o} \times$$

$$\times \frac{a_o + a_1\left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^2 + a_2\left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^4 + a_3\left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^6}{b_o + b_1\left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^2 + b_2\left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^4 + b_3\left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^6 + b_4\left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^8} \qquad (6.2)$$

que está gràficamente representada na fig. 6.3.

Os valores dos coeficientes de 6.2 são:

$a_o = 4 \quad a_1 = -10$
$a_2 = 6 \quad a_3 = -1$
$b_o = 1 \quad b_1 = -10$
$b_2 = 15 \quad b_3 = -7$
$b_4 = 1$

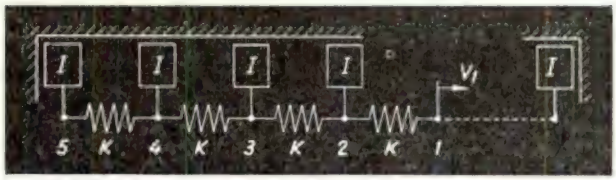



Fig. 6.2

Quando consideramos também o volante, como este está em paralelo com a cambota, a impedância do ponto motor em 1 é igual à soma das impedâncias $Z_{11}$ e do volante. A impedância do volante — inércia — será representada por uma recta partindo da origem e com inclinação pro-

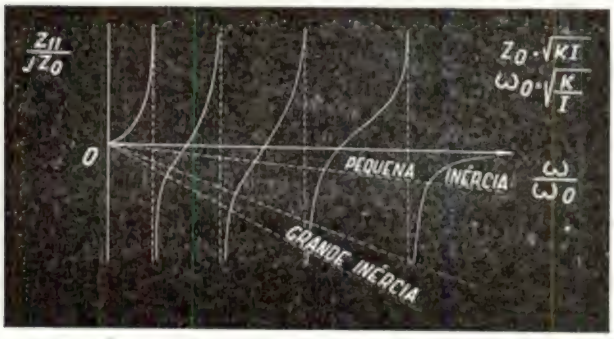



Fig. 6 3

porcional a I'. Se traçarmos as rectas com inclinação negativa, as intersecções com a curva da cambota dão-nos as frequências próprias por serem pontos de impedância nula. Podemos assim fàcilmente sintonizar a inércia do volante para obter as frequências mais convenientes por forma a afastá-las da zona de funcionamento do motor.

## 7 — Breve referência a sistemas mecânicos contínuos

O conceito de impedância, na análise de vibrações e ruídos aplica-se também a alguns sistemas constituídos por vigas e placas. A transmissão rectilínea de vibrações por estes sistemas a edifícios e cascos de navios é fundamental em problemas de fundações de máquinas e está esquemàticamente representada na fig. 7.1.

Ora, um casco de navio, ou uma estrutura é um sistema complexo com múltiplos graus de liberdade constituído por vigas e placas. Para o analisar trata-se como se fosse um quadripolo, determinando-se, em regra por via experimental em cada ponto de ligação da fundação, a impedância terminal do sistema.

As curvas de eficácia da fundação e da montagem resiliente, obtidos no controle da transmissão das vibrações, mostram que a inserção de uma estrutura de fundação entre a montagem resiliente e o edifício ou casco de navio é em geral adequada quando a impedância terminal é pequena quando comparada com a impedância da fundação. Admite-se contudo que essa impedância terminal possa ser elevada, excepto para regimes próximos da ressonância.

O comportamento dinâmico das estruturas de tipo fundação pode ser determinado a partir das equações do movimento postas usualmente sob forma matricial. O seu cálculo só recentemente se tornou possível com o auxílio de computadores de alta velocidade, dado o grande número de operações a realizar.

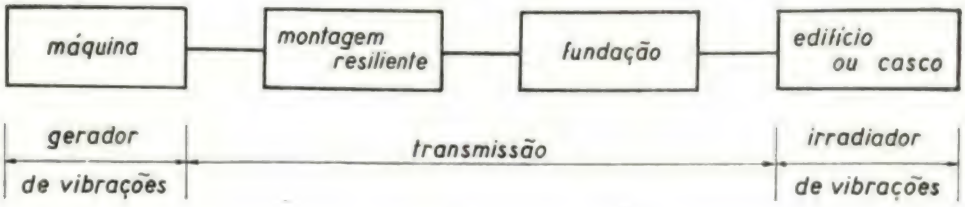



Fig. 7.1

Deve ainda notar-se que nem sempre nas determinações experimentais se tem em conta a impedância do equipamento de ensaio. Ora a

hipótese de que as máquinas de ensaio de choque e vibração têm impedâncias semelhantes às das fundações dos equipamentos reais não é, em regra, verdadeira. A hipótese de que as máquinas têm impedâncias pequenas em relação às das fundações conduz quase sempre a erros importantes.

BIBLIOGRAFIA


Den Hartog, J. P.: «Mechanical Vibrations» (Mc Graw Hill, 1956).

Hansen, H. M. e Chenea, P. F.: «Mechanics of Vibration» (J. Wiley & Sons, 1956).

Nestorides, E. J.: «Handbook on Torsional Vibration» (BICERA, Cambridge, 1958).

«Colloquium on Mechanical Impedance Methods for Mechanical Vibrations» (ASME, 1958).


# Feira Internacional de Materiais Artificiais e Sintéticos
# KUNSTSTOFFE 1963 em Düsseldorf

Pela 4.ª vez realiza-se em Düsseldorf, de 12 a 20 de Outubro próximo, a Feira Internacional de Materiais Artificiais e Sintéticos.

A exposição, distribuída por uma superfície total de 70.000 m², compreende:

— Materiais sintéticos e artificiais como matéria-prima e produtos semi-manufacturados, plastificantes, máquinas, ferramentas e aparelhos para a transformação de materiais sintéticos e artificiais, estabilizadores e outros materiais auxiliares para a manufactura de materiais sintéticos e artificiais e ainda todo o género de materiais sintéticos e artificiais e plásticos em todas as suas aplicações.

A partir das reservas e inscrições até agora feitas pode prever-se desde já uma afluência de cerca de 600 expositores. Deste total 20 % corresponde a firmas estrangeiras, da Bélgica, Dinamarca, França, Grã-Bretanha, Itália, Japão, Países-Baixos, Noruega, Áustria, Polónia, Suécia, Suiça e Estados Unidos da América.

C. D. U. 627.341

# DUQUES DE ALBA PRE-ESFORÇADOS

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) FERNANDO VASCO COSTA
Professor do Instituto Superior Técnico

*Normalmente a Técnica publica apenas artigos originais. Transcrevemos no entanto o artigo seguinte por ele constituir, de alguma forma, um complemento do extenso artigo «Duques de Alba» publicado no número de Abril de 1959.*

*O presente artigo foi publicado originalmente, em Janeiro de 1960, na revista inglesa «The Dock & Harbour Authority», e depois transcrito, em Setembro de 1960, na revista alemã «Der Bauingenieur».*

Os duques de Alba elásticos são normalmente constituídos por estacas verticais.

Quando um navio entra em contacto com um duque de Alba elástico as estacas são obrigadas a flectir, e parte da energia cinética do navio é transformada em energia de deformação do duque de Alba.

Para aumentar consideràvelmente a quantidade de energia que um duque de Alba pode absorver pela deformação, bastará flecti-lo prèviamente para o lado de onde se espera venha a ser chocado pelo navio.

Nestas condições o duque de Alba, ao ser chocado, começará por se endireitar, para depois flectir para o lado oposto àquele donde recebeu o choque.

Para manter flectido um duque de Alba para o lado de onde se espera que venha a ser chocado, bastará cravar as estacas inclinadas em relação à vertical e mantê-las flectidas sob o peso de blocos de betão.

Escolhendo convenientemente a inclinação das estacas e o peso dos blocos de betão, poder-se-á obter o valor de pre-esforço que se tiver por conveniente.

Na fig. 1 está representado, a traço contínuo, um duque de Alba pre-esforçado na sua posição de repouso, flectido sob a acção de um peso de betão para o lado de onde se espera o choque. A tracejado encontra-se representado o mesmo duque de Alba depois de flectido no sentido contrário sob a acção do choque de um navio.

Só é possível utilizar duques de Alba pre-esforçados quando se saiba *a priori* de que lado o navio pode embater com eles, porquanto um duque de Alba pre-esforçado quebra fàcilmente quando solicitado para o lado para o qual já se encontra flectido.

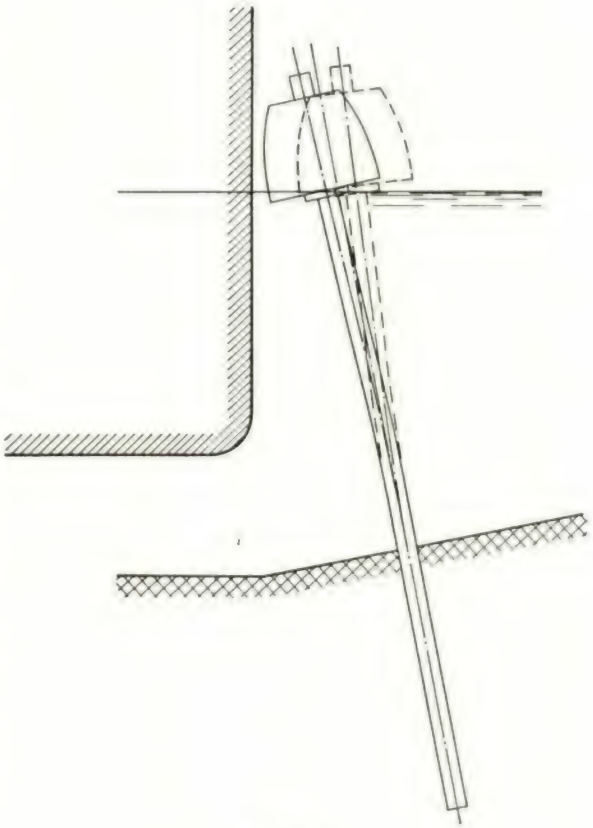
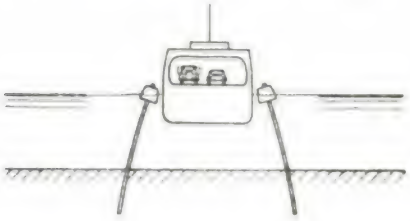


Fig. 1

As figuras 2 e 3 mostram duas utilizações possíveis de duques de Alba pre-esforçados: na atracação de *ferry-boats* e na protecção de pilares de pontes contra o choque de navios. Muitas outras utilizações existem porém, em que, tal como nestas, os duques de Alba apenas podem ser chocados por navios vindos de um lado. É o caso dos duques de Alba utilizados para o guiamento dos navios que demandam a entrada de docas e de eclusas, e para a protecção de margens de rios e de canais.

Para evitar que um duque de Alba pre-esforçado, quando chocado tangencialmente por um navio, flita em direcção diferente daquela para a que foi projectado, convém eliminar o atrito



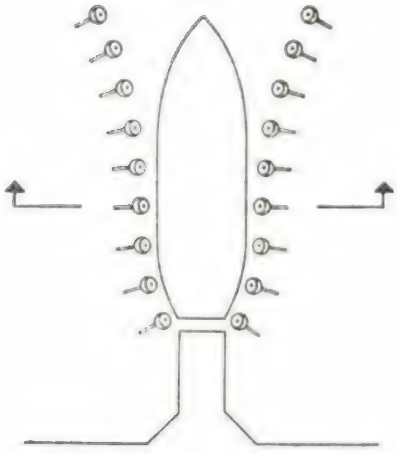


Fig. 2

entre o casco do navio e a estaca. A solução que se sugere consiste no emprego de blocos de betão com a forma de sólidos de revolução, susceptíveis de rodar livremente em torno do extremo superior da estaca.

O pre-esforço pode ser utilizado tanto para aumentar a energia que uma estaca pode absorver, como para substituir uma estaca por outra mais ligeira. No segundo caso, além de se obter economia de aço, melhorar-se-ão as condições do choque, pois baixará a grandeza da reacção do duque de Alba. Diminui-se, assim, o perigo de danificação do casco do navio ao chocar com o duque de Alba.

Um duque de Alba pre-esforçado pode, em princípio, ser projectado para absorver o dobro da energia de um duque de Alba do tipo corrente com igual secção. Na prática, porém, tal não sucede, dado que não convém que a estaca se encontre permanentemente submetida, na posição de repouso, às tensões de segurança. Presume-se que o pre-esforço permita, sem inconvenientes, aumentar de 50 % a capacidade de absorção de energia de uma estaca.

Os duques de Alba aqui descritos trabalham segundo o mesmo princípio da viga acostável descrita por H. Ridehalgh no seu artigo «*Berthing Beam for Large Vessels*»[1], mas pode ser-lhes dado um uso mais geral, pois as estacas não necessitam de ser dispostas segundo um alinhamento recto.

A construção de um duque de Alba pre-esforçado, tal como acima se descreveu, é muito simples. Depois da estaca ter sido cravada com a inclinação conveniente, o bloco de betão é enfiado na sua cabeça.

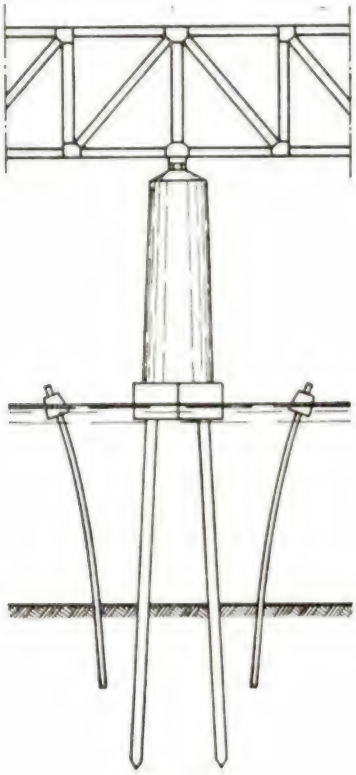


Fig. 3

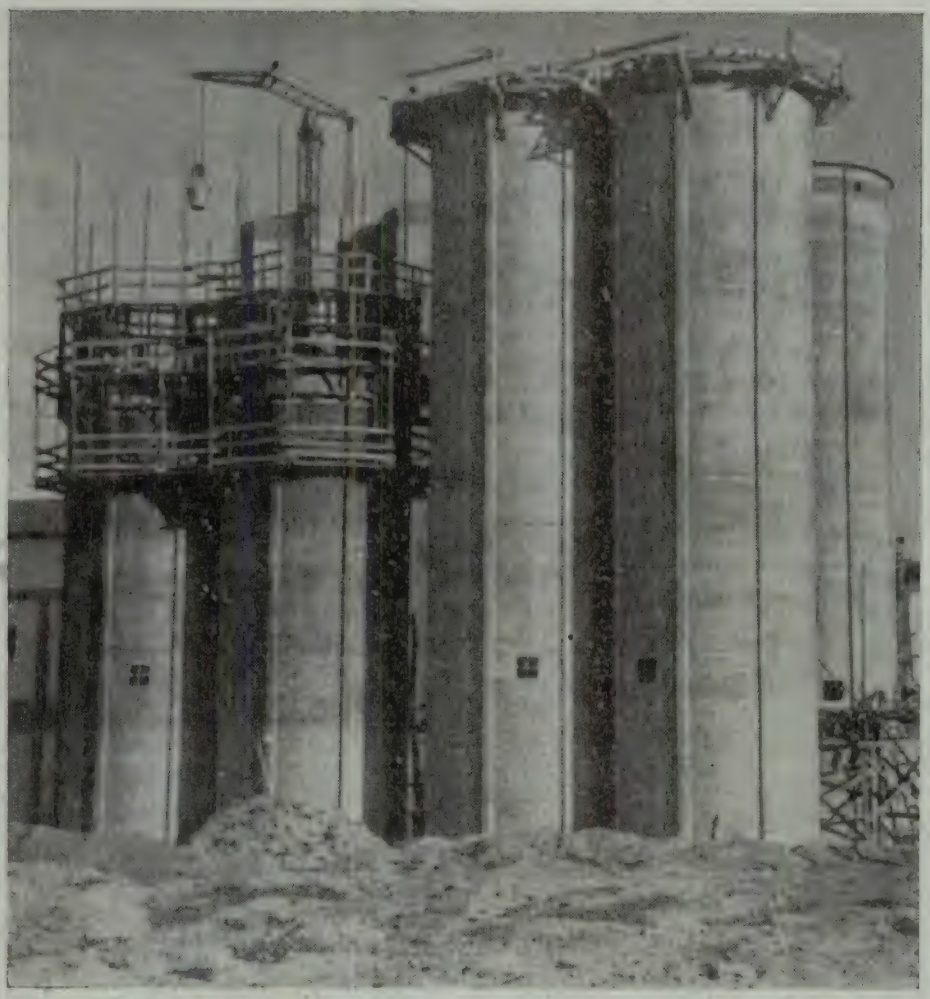
Sob o peso do bloco a estaca flectirá até à posição desejada e ficará sob tensão. Não é necessário utilizar qualquer outra estrutura auxiliar de montagem.

As vantagens do ajustamento da secção transversal das estacas ao momento flector, referidas no artigo «Duques de Alba de igual resistência» publicado na Técnica de Março de 1960, podem ser adicionadas, num mesmo duque de Alba, às vantagens do pre-esforço descritas no presente artigo.

[1] The Dock & Harbour Authority, Maio, 1955.

# BATERIA DE 12 SILOS
## 2.500.000 Kg.

**para a Fábrica de Descasque de Arroz da Cooperativa T. P. A. do Vale do Sorraia**



BATERIA DE 12 SILOS CILÍNDRICOS — ALTURA TOTAL: 27,60 M
Construção iniciada em 19/Mar/62 — Fot. dos 8 primeiros silos em Maio/62

PROJECTO E CONSTRUÇÃO DE

# AGRO-MECÂNICA, LDA.

Rua Rodrigo da Fonseca, 62, r/c Dt.º — LISBOA 1

**Licenciados em exclusivo para o emprego dos moldes deslizantes sistema**
**«SIEMCRETE»**
**Assistência técnica de SIEMENS - BAUUNION G. m. b. H. (Munique)**

+GF+
Um campo de aplição muito vasto e de multiplas possibilidades de implantação fazem do
carrocel Wheelabrator +GF+
uma máquina universal.
Esta máquina, decapa indiferentemente em condições racionais peças de grandes e pequenas dimensões.
Ela permite igualmente reduzir as despesas de manutenção.
Esta máquina universal está particularmente indicada para as fundições de programa de fabrico heterogéneo.
O rendimento e a rentabilidade das máquinas
Wheelabrator +GF+
mantem-se inigualáveis.
Uma gama de mais de 20 modêlos normais permite fazer face aos problemas mais diversos.
Georges Fischer Sociedade Anónima, Schaffhouse (Suiça)
Telescriptôr: 52915 geofischer scht
Sociedade Comercial ROMAR Lda.
Rua da Boavista, 83-1° D Lisboa
GM 1288/5

C. D. U. 551.444.5:551.491.78

# Casos de aplicação da Espeleologia ao estudo de águas subterrâneas e a problemas de Engenharia*

PELO ENG.º DE MINAS VASCO MENDES DE SOUSA
Chefe do Serviço de Hidrologia
Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização

*Conferência realizada a convite da Sociedade Portuguesa de Espeleologia, em 25 de Janeiro de 1962, no Instituto Superior Técnico*

1 — A Direcção da Sociedade Portuguesa de Espeleologia resolveu o ano passado promover conferências sobre os mais diversos aspectos da Espeleologia com o objectivo de a difundir largamente, principalmente entre os Universitários, onde deseja obter o maior número possível de adeptos. Nesta ordem de ideias dirigiu-me um honroso convite para falar sobre as aplicações práticas da Espeleologia no ramo das águas subterrâneas e nos domínios da Engenharia. Embora me faltassem os dotes necessários para fazer despontar em vós toda a atenção que o assunto merece não quis faltar à chamada, visto que o lugar que desempenho, vai já para 13 anos, no Serviço de Hidrologia da Direcção dos Serviços de Salubridade da Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização, que me têm obrigado a ocupar-me e a preocupar-me frequentemente com o problema da captação de água em formações cavernosas.

Tentarei pois expôr-lhes os estudos efectuados e os resultados obtidos. Farei, também, algumas referências a aplicações de Espeleologia a outros problemas de Engenharia fora do âmbito dos Serviços onde trabalho.

Antes, porém, devo uma palavra de homenagem ao Senhor Director-Geral dos Serviços de Urbanização, ao Senhor Director dos Serviços de Salubridade e ao Chefe da Repartição de Abastecimentos de Água pela confiança que sempre têm depositado no trabalho do seu Serviço de Hidrologia. Não quero igualmente deixar de agradecer aos técnicos deste Serviço, que comigo têm trabalhado, todo o interesse e devoção que têm dedicado ao estudo dos problemas, muitas vezes bem árduos, que nos têm sido cometidos. Sem a confiança de uns e sem o trabalho dos outros não seria possível levar a cabo as realizações que irei apresentar. São modestas é certo mas abrem o caminho a outras de maior vulto que necessàriamente terão de seguir-se.

Finalmente, ao voltar a esta Escola onde me formei, recordo com saudade o meu grande mestre Dr. Ernest Fleury que com inteira justiça se pode chamar o Pai da Espeleologia portuguesa. Numa época felizmente distante em que no nosso País não existiam espeleólogos ele abalançou-se a explorar um grande número de grutas e algares, sem qualquer apoio espeleológico (1).

É interessante notar que a maior parte do trabalho que neste domínio executou era de aplicação ao estudo de águas subterrâneas. Efectuado no Planalto de Santo António, até aí pràticamente desconhecido debaixo desse aspecto, relacionava-se com o estudo das condições de alimentação da exsurgência do Alviela, a maior nascente que temos na Metrópole (2).

Embora determinadas ideias e conclusões a que chegou se tenham de considerar hoje desactualizadas e até mesmo inaceitáveis, o certo é que muitas das suas observações continuam a constituir um valioso elemento de consulta.

Meus senhores é assim a Ciência! Os concei-

* Publicação póstuma.

(1) — Fleury. E. (1925) — «Portugal Subterrâneo». Col. Natura. Soc. Scienc. Nat.

(2) — Fleury. E. (1940) — «Les eaux du groupe de l'Alviela ou des grandes resurgences des calcaires jurassiques des Olhos d'Água, d'Ota et d'Alenquer». Anexo IV, Relatório sobre o tratamento das águas de Lisboa. Com. Fisc. Águas Lisboa.

tos e as teorias podem envelhecer e morrer mas os dados de observação são eternos.

E o grande progresso da ciência neste século deve-se em grande parte à revisão e crítica de muitos dos seus princípios. Assim, o facto de hoje não estarmos de acordo com as ideias do nosso querido Mestre significa apenas que a Geo-hidrologia algo progrediu nestes últimos tempos.

2 — Dotou-nos a Natureza, na Metrópole, nas Ilhas adjacentes e no Ultramar, de algumas formações cavernosas, calcárias e lávicas que constituem grandes reservatórios ou condutores de água subterrânea.

Cumpre-nos pois estudá-las e aproveitá-las devidamente.

Permitam-me V. Ex.as, que a propósito, lhes cite a seguinte frase lapidar, de profissão de fé na Técnica, inscrita algures numa ponte e que Legget escolheu para encabeçar um dos capítulos da sua obra «Geology and Engineering» (1). «Antes os países mais ricos eram aqueles em que a Natureza foi mais generosa; agora são aqueles em que o homem é mais activo. Porque no nosso tempo se a Natureza é parcimoniosa sabemos como compensar as suas deficiências; os nossos engenheiros podem-na corrigir e assim remediar o mal. Porque o poder da Natureza, não obstante a sua aparente magnitude, é limitado e estacionário; mas o poder do homem até ao ponto em que o pode guiar a experiência e a analogia, é ilimitado».

Que nós Portugueses bastante atreitos a desprezar e menosprezar a Técnica, mesmo quando técnicos, tenhamos estas palavras sempre presentes!

Do ponto de vista geo-hidrológico uma das principais consequências da carsificação dos calcários reside na progressiva concentração da sua circulação num muito reduzido número de colectores mais ou menos profundos. Esta circulação vai substituindo a circulação primitiva através da rede densa e anastomosada dos calcários diaclasados e fracturados ainda não carsificados. Deste modo, enquanto os colectores vão crescendo a restante circulação vai-se atrofiando. Daqui resultam grandes dificuldades para a prospecção e pesquisa de água nas formações cársicas. Embora absorvam a quase totalidade da água que sobre elas cai e embora os poucos colectores que circulam no seu interior dêem lugar ao abandonarem-nas às nascentes mais caudalosas que se conhecem, tão caudalosas que formam logo de início verdadeiros rios como o Alviela que chega a dar mais de um milhão de metros cúbicos por dia, à sua superfície luta-se com a falta de água, impera o flagelo da sede e bebe-se a água choca das cisternas quando não a água suja dos charcos.

Trazer para a superfície uma gota da água infiltrada constitui para o geo-hidrólogo um pesadelo. Procurar num maciço carsificado um colector é como que procurar uma agulha em palheiro. Nestas condições só lhe resta a solução de tentar internar-se no maciço à procura da água, de fazer, enfim, espeleologia se não quiser furar absolutamente o acaso.

Até mesmo forçar o caudal de exsurgências mediante o aumento de rebaixamento por bombagem em furos executados junto delas que é dos problemas mais comezinhos que se podem pôr em relação à geo-hidrologia dos calcários carsificados, apresenta consideráveis dificuldades. Tão caprichosa é a trajectória dos grandes colectores subterrâneos que dois furos junto de uma exsurgência dão geralmente resultados totalmente diferentes. Há então que lançar mão a todos os recursos da Técnica para procurar estabelecer franca ligação com o colector. Para esse efeito deve tentar-se limpar as fendas mediante violentas extracções de água com compressor e com o emprego de substâncias tenso-activas, alargar essas mesmas fendas usando doses maciças de ácido clorídrico e ainda fracturar a rocha com explosivos. Cabe aqui dizer que o recurso a estas técnicas é severamente condenado pela Geo-hidrologia da velha guarda, que toda se arrepela à simples ideia de rebaixar uma exsurgência ao nível de base do macico só por bombagem e, portanto, sem criar saídas mais baixas. Em compensação aceita perfeitamente e até aconselha rebaixar com galerias nascentes de encosta noutros tipos de terreno como granitos e xistos.

Todos os processos atrás indicados, além de onerarem bastante o custo das pesquisas, têm um raio de acção muito limitado e, por isso, a primeira preocupação do geo-hidrólogo ao localizar trabalhos nos calcários carsificados deve ser a de, tanto quanto possível, se «agarrar à

(1) Legget, R. (1939) — «Geology and Engineering» McGraw-Hill Book Comp., pág. 304.

água» quer tentando aumentar o caudal das exsurgências que neles existam quer tentando, através dos algares, atingir o nível aquífero no seu interior.

Num maciço calcário carsificado podemos considerar, de acordo com Cvijic três zonas: a zona superior, seca, na qual os algares só são percorridos pela água quando chove, a zona média semi-húmida, correspondente à zona de oscilação do nível aquífero e a zona inferior húmida, permanentemente cheia de água.

Os algares desta última zona dão origem às exsurgências perenes. São pràticamente impenetráveis visto que, salvo algumas excepções a água circula neles sob pressão e, portanto, apenas podem ser explorados por processos de espeleologia submarina, com escafandro autónomo.

Os algares situados na zona semi-húmida dão origem às exsurgências temporárias nas quais a água exsurge quando o nível aquífero sobe acima da entrada dos algares. Estes são os que apresentam maior interesse prático para a pesquisa de água. Os algares da zona seca como tal não exsurgentes, são pelo contrário, os que têm menor interesse como meio de acesso à circulação subterrânea e a eles só se deve recorrer «in extremis», a menos que a sua entrada fique na base da zona seca e, portanto, pouco acima do nível aquífero máximo da formação.

Num maciço cársico uma exsurgência, perene ou temporária, deve corresponder, por via de regra, a um algar, embora geralmente ele não seja visível, porque a sua entrada se encontra obstruída por detritos para lá carregados por cursos de água ou até mesmo pela acção do homem.

Nestas condições fàcilmente se compreende o interesse que há na descoberta e exploração dos algares que dão origem às exsurgências temporárias uma vez que com os actuais recursos técnicos é, no geral, pràticamente impossível explorar os que originam as nascentes perenes. Por este motivo, para aumentar o caudal destas, não há, em geral, outra solução senão a de se abrirem furos o mais próximo possível delas. Pelo contrário, sempre que existam nascentes temporárias está indicado tentar-se a desobstrução dos algares que lhes dão origem para neles se penetrar até ao nível aquífero.

Devemos aqui referir para remate deste capítulo, que em relação à Metrópole, existe um inventário de grutas em terrenos calcários, da autoria do Dr. Barros Machado, actual Director do Museu de Lunda feito de colaboração com seu irmão (1) que, como é óbvio, constitui valioso elemento de referência para estes estudos.

3 — No nosso País, na Metrópole, já se realizaram várias tentativas de captação de água no interior de grutas e algares. A quase totalidade destes trabalhos foi realizada pela Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização ou debaixo da sua orientação técnica e teve em vista a obtenção da água para estabelecimentos públicos.

Vou ràpidamente passar em revista alguns dos trabalhos executados começando por referir os do *Alandroal*, por dois motivos. Primeiro, porque os algares que aí foram aproveitados têm a sua história, por sinal interessante. Segundo, porque foi o único trabalho executado em calcários câmbricos; todos os restantes foram levados a efeito em calcários jurássicos.

A história é a seguinte: Em 1823 o Juiz de Fora, Doutor Francisco Moniz de Lacerda, mandou tapar dois algares situados junto da vila, conhecidos respectivamente por Algar de Santo António e Algar das Morenas. Até aí nada há de extraordinário sabido que desde longa data sempre houve a ideia de entulhar os algares de tal maneira que em determinadas regiões como por exemplo as de Estremoz, Borba e Vila Viçosa se desconhece hoje quase em absoluto a existência de tais acidentes.

O facto digno de nota é o de aquele Juiz ter tido o cuidado de deixar os algares convenientemente assinalados e, também, entulhados de forma que os vindouros os pudessem fàcilmente encontrar e aproveitar. Assim, mandou construir uma abóbada em cada um deles, acima do nível da água, para suportar o entulho e mandou colocar um padrão sobre cada algar assinalando o seu local e principais características.

Tirou-nos assim muitas dores de cabeça. Volvidos mais de 200 anos, não tivemos dificuldade na sua exumação. O algar de Santo António está presentemente a abastecer a vila enquanto o das Morenas ficou de reserva pronto a receber grupos elevatórios depois de nele se ter efec-

---

(1) Machado, A. B. e Machado, B. B. (1948) — «Inventário Cavernas calcárias de Portugal». Publ., Inst. Zool. Porto, n. 36.

tuado um ensaio de esgoto a 15 l/s, ou seja, cerca de 1.300 $m^3$/dia.

A entrada destes algares situa-se na zona seca encontrando-se, porém, o nível aquífero a pequena profundidade, poucas dezenas de metros. Este facto aliado à reduzida oscilação daquele nível ao longo do ano facilitou muito o seu aproveitamento.

Procurou-se localizar outros algares nesta mancha de calcários câmbricos que se estende até Souzel. Porém poucos se conseguiram referenciar talvez porque os restantes juízes não tivessem a clarividência do Doutor Francisco Moniz de Lacerda. Honra à sua memória!

Passando agora aos calcários jurássicos vamos referir em primeiro lugar os trabalhos efectuano *Maciço calcário estremenho*, sem dúvida a formação cársica mais importante e espectacular da Metrópole (1). Apesar disso os trabalhos aí executados têm sido muito modestos.

Resumem-se a reconhecimentos espeleológicos gerais no bordo sul do *Planalto de Santo António*, *Vale da Serra* e região de *Fátima*, ao alargamento da gruta do *Buraco Roto* (Reguengo do Fetal), à desobstrução e ensaio de bombagem no *Poço Ão* (Alcobaça), e à captação de água no *Olho de Mira*. Com excepção deste último todos os restantes trabalhos foram levados a efeito pela Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização.

A captação do *Olho de Mira* foi feita pelos industriais de Mira de Aire. Esta origem será dentro em breve aproveitada também para o abastecimento público, para o que vão ser instalados novos grupos no interior do algar.

Em relação aos trabalhos da Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização devemos dizer que no *Buraco Roto* se teve de desistir de continuar a alargar a gruta. Com efeito, esta ao cabo de quase duas centenas de metros, continuava ainda muito estreita e com reduzida inclinação, poucas esperanças dando de atingir ràpidamente o nível aquífero. Pelo contrário, no *Poço Ão* o nível aquífero apareceu logo à superfície, conseguindo-se extrair dele em Novembro passado, ainda no fim da estiagem, cerca de 200 l/s ou seja mais de 17.000 $m^3$/ dia com o insignificante rebaixamento de cerca de 13 centímetros.

Parece que a água turva por vezes no Inverno. Mas essa é uma característica frequente das nascentes oriundas dos maciços cársicos.

Além dos trabalhos referidos cujo objectivo principal foi o de captar água, há a mencionar, também, os numerosos reconhecimentos e explorações efectuados pela Sociedade Portuguesa de Espeleologia.

Na grande gruta de *Moinhos Velhos* e nos algares exsurgentes do bordo oriental do «poldje» de *Mira-Minde* (Pena, Contenda e Regatinho) as equipas daquela Sociedade conseguiram atingir o nível aquífero. A exploração mais completa efectuada em *Moinhos Velhos* durou três dias, pelo que houve necessidade de estabelecer um acampamento subterrâneo, o primeiro do género em Portugal e parece mesmo na Península a cerca de 130 metros de profundidade em relação à entrada da gruta.

O comprimento total das galerias já reconhecidas ultrapassa dois quilómetros e a profundidade máxima atingida é um pouco superior a 200 metros.

Em 1957 deslocou-se a Portugal uma expedição espeleológica de alunos da Universidade de Londres que com o apoio da Sociedade Portuguesa de Espeleologia, visitou também as grutas de *Moinhos Velhos*, *Pena e Contenda*, efectuando os respectivos levantamentos topográficos. Note-se, no entanto, que em *Moinhos Velhos* esta expedição visitou e levantou só uma pequena parcela da que a Sociedade Portuguesa de Espeleologia havia explorado e levantado.

Se tivermos em conta que o Maciço calcário estremenho alimenta as duas mais importantes nascentes da Metrópole, o Alviela e o Almonda, e que o primeiro constitui uma das principais origens do abastecimento de Lisboa verificamos quão exíguo é por ora o trabalho efectuado, que não passa de um primeiro e muito ligeiro reconhecimento.

Caminhando para Norte vamos referir agora os trabalhos efectuados pela Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização nos calcários de Alvaiázere com vista ao abastecimento daquela vila e restantes povoações concelhias.

Os principais foram levados a efeito no *Olho do Tordo* e no *Olho do Vale de Casados* duas exsurgências temporárias, uma muito espectacular, a outra insignificante, situadas do lado ocidental da serra de Alvaiázere, junto à Ribeira da Barroca, tributária do Nabão. Estas duas exsurgências

(1) Martins, A. F. (1949) — «Maciço calcário estremenho». Ed. Autor, Coimbra.